



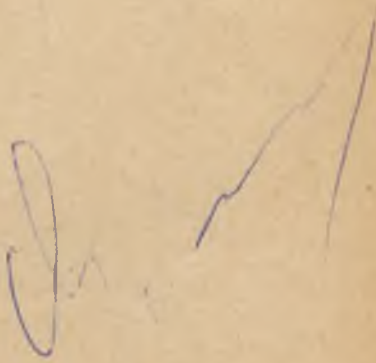
CSILLAGÁSZATI ÉVKÖNYV·1960

CSILLAGÁSZATI ÉVKÖNYV

AZ 1960. ÉVRE

SZERKESZTETTE

A TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ TÁRSULAT
CSILLAGÁSZATI SZAKOSZTÁLYA

A handwritten signature in blue ink, likely belonging to the editor or publisher, is located in the lower right quadrant of the page. The signature is stylized and cursive, with a large initial 'J' or 'I' followed by several loops and a long, sweeping tail that extends towards the top right corner.

GONDOLAT KIADÓ

1960

CSILLAGÁSZATI ADATOK
AZ 1960. ÉVRE

Az I—IX. táblázatokat készítette :

MERSITS JÓZSEF

kalkulátor,

MTA Napfizikai Obszervatórium, Debrecen

A X—XVII. táblázatokat, a térképeket és a grafikonokat

a Budapesti Uránia Bemutató Csillagvizsgáló munkatársai készítették

IFJ. BARTHA LAJOS, FEJES IMRE, GAUSER KÁROLY,
MOJSZA JÁNOS, PONORI T. AURÉL

Dátum	A hét napjai	Az év hányadik hete	Az év hányadik napja	Közép-európai zónaidőben					
				Budapesten					A HOLD fény-változásai
				A NAP			A HOLD		
				kei	delei	nyug-szik	kei	nyug-szik	
				h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	P	1	1	7 33	11 47	16 02	9 11	19 40	
2	Sz		2	7 33	11 48	16 03	9 46	20 52	
3	V		3	7 33	11 48	16 04	10 18	22 01	
4	H	2	4	7 33	11 49	16 05	10 47	23 07	
5	K		5	7 32	11 49	16 06	11 13	—	☾ 19 53
6	Sz		6	7 32	11 50	16 07	11 42	0 11	
7	Cs		7	7 32	11 50	16 08	12 10	1 13	
8	P		8	7 32	11 51	16 10	12 41	2 14	
9	Sz		9	7 31	11 51	16 11	13 13	3 12	
10	V		10	7 31	11 51	16 12	13 50	4 09	
11	H	3	11	7 30	11 51	16 13	14 33	5 02	
12	K		12	7 30	11 52	16 15	15 21	5 51	
13	Sz		13	7 30	11 53	16 16	16 13	6 37	
14	Cs		14	7 30	11 54	16 18	17 09	7 18	☾ 00 50
15	P		15	7 29	11 54	16 19	18 09	7 55	
16	Sz		16	7 28	11 54	16 20	19 12	8 28	
17	V		17	7 27	11 54	16 21	20 16	8 58	
18	H	4	18	7 27	11 54	16 22	21 21	9 28	
19	K		19	7 26	11 55	16 24	22 29	9 56	
20	Sz		20	7 25	11 55	16 26	23 37	10 24	
21	Cs		21	7 24	11 55	16 27	—	10 55	☾ 16 01
22	P		22	7 23	11 55	16 28	0 48	11 30	
23	Sz		23	7 23	11 55	16 30	1 59	12 09	
24	V		24	7 22	11 55	16 31	3 10	12 55	
25	H	5	25	7 20	11 56	16 32	4 18	13 49	
26	K		26	7 19	11 56	16 34	5 20	14 51	
27	Sz		27	7 18	11 57	16 36	6 15	16 00	
28	Cs		28	7 17	11 57	16 37	7 01	17 12	☉ 07 16
29	P		29	7 16	11 57	16 39	7 40	18 26	
30	Sz		30	7 15	11 57	16 40	8 15	19 38	
31	V		31	7 14	11 57	16 41	8 45	20 48	

Nap : 4-én
Hold : 10-én
26-án

20^b-kor földközélen.

14^b-kor földtávolban, látszólagos sugara : 14'43'',0

11^b-kor földközélen, látszólagos sugara : 16'30'',7

H Ó N A P

0 ^b világidőkor						
Julián dátum 2436...	Csillagidő* ($\lambda = 0^\circ$ -nál)	A NAP			A HOLD	
		rektasz- cenzíója	dekliná- ciója	látszó- sugara	rektasz- cenzíója	dekliná- ciója
	h m s	h m	° '	' "	h m	° '
...934,5	6 38 38,333	18 42	—23 06	16 18	20 47	—14 05
935,5	6 42 34,890	18 46	23 01	16 18	21 44	10 43
936,5	6 46 31,445	18 51	22 56	16 18	22 38	6 52
937,5	6 50 27,998	18 55	22 50	16 18	23 29	— 2 47
938,5	6 54 24,550	18 59	22 44	16 18	0 18	+ 1 17
939,5	6 58 21,103	19 04	22 38	16 18	1 06	5 10
940,5	7 02 17,657	19 08	22 31	16 18	1 53	8 45
941,5	7 06 14,211	19 12	22 24	16 18	2 40	11 55
942,5	7 10 10,768	19 17	22 16	16 18	3 28	14 33
943,5	7 14 07,326	19 21	22 08	16 17	4 16	16 34
944,5	7 18 03,885	19 26	21 59	16 17	5 05	17 52
945,5	7 22 00,445	19 30	21 50	16 17	5 55	18 24
946,5	7 25 57,005	19 34	21 41	16 17	6 45	18 08
947,5	7 29 53,564	19 39	21 31	16 17	7 36	17 02
948,5	7 33 50,122	19 43	21 20	16 17	8 26	15 09
949,5	7 37 46,679	19 47	21 10	16 17	9 16	12 34
950,5	7 41 43,233	19 51	20 58	16 17	10 05	9 22
951,5	7 45 39,786	19 56	20 47	16 17	10 54	5 42
952,5	7 49 36,338	20 00	20 35	16 17	11 43	+ 1 43
953,5	7 53 32,889	20 04	20 23	16 17	12 33	— 2 25
954,5	7 57 29,441	20 09	20 10	16 17	13 25	6 31
955,5	8 01 25,995	20 13	19 57	16 17	14 18	10 22
956,5	8 05 22,551	20 17	19 43	16 17	15 14	13 43
957,5	8 09 19,109	20 21	19 29	16 16	16 13	16 20
958,5	8 13 15,670	20 25	19 15	16 16	17 13	17 56
959,5	8 17 12,232	20 30	19 01	16 16	18 16	18 20
960,5	8 21 08,793	20 34	18 46	16 16	19 18	17 29
961,5	8 25 05,353	20 38	18 30	16 16	20 19	15 26
962,5	8 29 01,910	20 42	18 15	16 16	21 18	12 26
963,5	8 32 58,464	20 46	17 59	16 16	22 15	8 45
964,5	8 36 55,016	20 50	—17 43	16 16	23 08	— 4 40

* A zérus földrajzi hosszúsági helyek *valódi* csillagideje. (Tehát a valódi tavaszpont, azaz a dátumra érvényes valódi ekvátor és valódi ekliptika metszéspontjának óraszöge.)

I. JANUÁR

Dátum	A hét napjai	Az év hányadik hete	Az év hányadik napja	Közép-európai zónaidőben					
				Budapesten					A HOLD fény- változásai
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyug- szik	kel	nyug- szik	
				h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	P	1	1	7 33	11 47	16 02	9 11	19 40	☾ 19 53
2	Sz		2	7 33	11 48	16 03	9 46	20 52	
3	V		3	7 33	11 48	16 04	10 18	22 01	
4	H	2	4	7 33	11 49	16 05	10 47	23 07	
5	K		5	7 32	11 49	16 06	11 13	—	
6	Sz		6	7 32	11 50	16 07	11 42	0 11	
7	Cs		7	7 32	11 50	16 08	12 10	1 13	
8	P		8	7 32	11 51	16 10	12 41	2 14	
9	Sz		9	7 31	11 51	16 11	13 13	3 12	
10	V		10	7 31	11 51	16 12	13 50	4 09	
11	H	3	11	7 30	11 51	16 13	14 33	5 02	☼ 00 50
12	K		12	7 30	11 52	16 15	15 21	5 51	
13	Sz		13	7 30	11 53	16 16	16 13	6 37	
14	Cs		14	7 30	11 54	16 18	17 09	7 18	
15	P		15	7 29	11 54	16 19	18 09	7 55	
16	Sz		16	7 28	11 54	16 20	19 12	8 28	☾ 16 01
17	V		17	7 27	11 54	16 21	20 16	8 58	
18	H	4	18	7 27	11 54	16 22	21 21	9 28	
19	K		19	7 26	11 55	16 24	22 29	9 56	
20	Sz		20	7 25	11 55	16 26	23 37	10 24	
21	Cs		21	7 24	11 55	16 27	—	10 55	☼ 07 16
22	P		22	7 23	11 55	16 28	0 48	11 30	
23	Sz		23	7 23	11 55	16 30	1 59	12 09	
24	V		24	7 22	11 55	16 31	3 10	12 55	
25	H	5	25	7 20	11 56	16 32	4 18	13 49	
26	K		26	7 19	11 56	16 34	5 20	14 51	☼ 07 16
27	Sz		27	7 18	11 57	16 36	6 15	16 00	
28	Cs		28	7 17	11 57	16 37	7 01	17 12	
29	P		29	7 16	11 57	16 39	7 40	18 26	
30	Sz		30	7 15	11 57	16 40	8 15	19 38	
31	V		31	7 14	11 57	16 41	8 45	20 48	

Nap : 4-én
Hold : 10-én
26-án

20^h-kor földközélen.
14^h-kor földtávolban, látszólagos sugara : 14'43'',0
11^h-kor földközélen, látszólagos sugara : 16'30'',7

H Ó N A P

0 ^h világidőkor						
Júlián dátum 2436...	Csillagidő* (λ = 0°-nál)	A NAP			A HOLD	
		rektasz- cenziója	dekliná- ciója	látszó- sugara	rektasz- cenziója	dekliná- ciója
	h m s	h m	° '	' "	h m	° '
...934,5	6 38 38,333	18 42	—23 06	16 18	20 47	—14 05
935,5	6 42 34,890	18 46	23 01	16 18	21 44	10 43
936,5	6 46 31,445	18 51	22 56	16 18	22 38	6 52
937,5	6 50 27,998	18 55	22 50	16 18	23 29	— 2 47
938,5	6 54 24,550	18 59	22 44	16 18	0 18	+ 1 17
939,5	6 58 21,103	19 04	22 38	16 18	1 06	5 10
940,5	7 02 17,657	19 08	22 31	16 18	1 53	8 45
941,5	7 06 14,211	19 12	22 24	16 18	2 40	11 55
942,5	7 10 10,768	19 17	22 16	16 18	3 28	14 33
943,5	7 14 07,326	19 21	22 08	16 17	4 16	16 34
944,5	7 18 03,885	19 26	21 59	16 17	5 05	17 52
945,5	7 22 00,445	19 30	21 50	16 17	5 55	18 24
946,5	7 25 57,005	19 34	21 41	16 17	6 45	18 08
947,5	7 29 53,564	19 39	21 31	16 17	7 36	17 02
948,5	7 33 50,122	19 43	21 20	16 17	8 26	15 09
949,5	7 37 46,679	19 47	21 10	16 17	9 16	12 34
950,5	7 41 43,233	19 51	20 58	16 17	10 05	9 22
951,5	7 45 39,786	19 56	20 47	16 17	10 54	5 42
952,5	7 49 36,338	20 00	20 35	16 17	11 43	+ 1 43
953,5	7 53 32,889	20 04	20 23	16 17	12 33	— 2 25
954,5	7 57 29,441	20 09	20 10	16 17	13 25	6 31
955,5	8 01 25,995	20 13	19 57	16 17	14 18	10 22
956,5	8 05 22,551	20 17	19 43	16 17	15 14	13 43
957,5	8 09 19,109	20 21	19 29	16 16	16 13	16 20
958,5	8 13 15,670	20 25	19 15	16 16	17 13	17 56
959,5	8 17 12,232	20 30	19 01	16 16	18 16	18 20
960,5	8 21 08,793	20 34	18 46	16 16	19 18	17 29
961,5	8 25 05,353	20 38	18 30	16 16	20 19	15 26
962,5	8 29 01,910	20 42	18 15	16 16	21 18	12 26
963,5	8 32 58,464	20 46	17 59	16 16	22 15	8 45
964,5	8 36 55,016	20 50	—17 43	16 16	23 08	— 4 40

* A zórus földrajzi hosszúsági helyek *valódi* csillagideje. (Tehát a valódi tavaszpont, azaz a dátumra érvényes valódi ekvátor és valódi ekliptika metszős-pontjának óraszöge.)

I. FEBRUÁR

Dátum	A hét napjai	Az év hányadik hete	Az év hányadik napja	Közép-európai zónaidőben					
				Budapest					A HOLD fény-változásai
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyug-szik	kel	nyug-szik	
				h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	H	6	32	7 13	11 58	16 43	9 15	21 55	
2	K		33	7 11	11 58	16 45	9 43	22 59	
3	Sz		34	7 10	11 58	16 47	10 12	—	
4	Cs		35	7 09	11 59	16 49	10 42	0 01	☾ 15 27
5	P		36	7 07	11 59	16 50	11 14	1 01	
6	Sz		37	7 06	11 59	16 52	11 50	1 59	
7	V		38	7 05	11 59	16 53	12 30	2 53	
8	H	7	39	7 03	11 59	16 54	13 15	3 44	
9	K		40	7 02	11 59	16 56	14 05	4 32	
10	Sz		41	7 00	11 59	16 58	15 00	5 14	
11	Cs		42	6 58	11 59	16 59	15 59	5 55	
12	P		43	6 57	11 59	17 01	17 02	6 28	☾ 18 24
13	Sz		44	6 56	11 59	17 02	18 06	7 00	
14	V		45	6 54	11 59	17 03	19 12	7 32	
15	H	8	46	6 53	11 59	17 05	20 20	8 00	
16	K		47	6 51	11 59	17 07	21 29	8 29	
17	Sz		48	6 50	11 59	17 09	22 38	9 00	
18	Cs		49	6 48	11 59	17 10	23 49	9 32	
19	P		50	6 46	11 59	17 12	—	10 09	
20	Sz		51	6 44	11 58	17 13	0 58	10 52	☾ 00 48
21	V		52	6 42	11 58	17 14	2 05	11 41	
22	H	9	53	6 40	11 58	17 16	3 07	12 38	
23	K		54	6 38	11 58	17 18	4 03	13 42	
24	Sz		55	6 36	11 58	17 19	4 52	14 51	
25	Cs		56	6 35	11 58	17 21	5 34	16 04	
26	P		57	6 33	11 57	17 22	6 09	17 14	☾ 19 24
27	Sz		58	6 31	11 57	17 24	6 43	18 25	
28	V		59	6 29	11 57	17 25	7 14	19 34	
29	H	10	60	6 27	11 57	17 27	7 42	20 40	

Hold : 7-én 23-án 7^h-kor földtávolban, látszólagos sugara : 14'45'',1
4^h-kor földközélen, látszólagos sugara : 16'15'',6

HÓ N A P

0 ^h világidőkor						
Julián dátum 2436...	Csillagidő ($\lambda = 0^{\circ}$ -nál)	A N A P			A H O L D	
		rektasz- cenziója	dekliná- ciója	látászó- sugara	rektasz- cenziója	dekliná- ciója
	h m s	h m	° '	' "	h m	° '
... 965,5	8 40 51,566	20 54	—17 26	16 16	23 59	— 0 30
966,5	8 44 48,116	20 58	17 09	16 15	0 49	+ 3 35
967,5	8 48 44,667	21 03	16 52	16 15	1 37	7 22
968,5	8 52 41,219	21 07	16 35	16 15	2 25	10 44
969,5	8 56 37,773	21 11	16 17	16 15	3 13	13 35
970,5	9 00 34,328	21 15	15 59	16 15	4 01	15 50
971,5	9 04 30,884	21 19	15 41	16 15	4 20	17 23
972,5	9 08 27,442	21 23	15 22	16 14	5 40	18 11
973,5	9 12 23,999	21 27	15 03	16 14	6 30	18 12
974,5	9 16 20,556	21 31	14 44	16 14	7 20	17 23
975,5	9 20 17,112	21 35	14 25	16 14	8 11	15 46
976,5	9 24 13,667	21 39	14 05	16 14	9 01	13 23
977,5	9 28 10,219	21 43	13 45	16 14	9 52	10 21
978,5	9 32 06,770	21 46	13 15	16 13	10 41	6 47
979,5	9 36 03,320	21 50	13 05	16 13	11 32	+ 2 50
980,5	9 39 59,868	21 54	12 45	16 13	12 22	— 1 19
981,5	9 43 56,418	21 58	12 24	16 13	13 13	5 27
982,5	9 47 52,968	22 02	12 03	16 13	14 06	9 22
983,5	9 51 49,520	22 06	11 42	16 13	15 01	12 49
984,5	9 55 46,075	22 10	11 21	16 12	15 57	15 35
985,5	9 59 42,632	22 14	10 59	16 12	16 56	17 26
986,5	10 03 39,191	22 17	10 38	16 12	17 56	18 13
987,5	10 07 35,750	22 21	10 16	16 12	18 56	17 49
988,5	10 11 32,307	22 25	9 54	16 11	19 56	16 17
989,5	10 15 28,863	22 29	9 32	16 11	20 55	13 43
990,5	10 19 25,415	22 33	9 10	16 11	21 51	10 22
991,5	10 23 21,965	22 36	8 47	16 11	22 46	6 28
992,5	10 27 18,513	22 40	8 25	16 10	23 38	— 2 19
993,5	10 31 15,061	22 44	— 8 02	16 10	0 29	+ 1 51

I. MÁRCIUS

Dátum	A hét napjai	Az év hányadik hete	Az év hányadik napja	Közép-európai időzónában					
				Budapestben					A HOLD fényváltozása
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik	
				h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	K	(10)	61	6 25	11 57	17 29	8 11	21 45	
2	Sz		62	6 23	11 57	17 30	8 41	22 47	
3	Cs		63	6 22	11 57	17 32	9 13	23 47	
4	P		64	6 20	11 56	17 33	9 47	—	
5	Sz		65	6 18	11 56	17 34	10 25	0 44	☾ 12 06
6	V		66	6 16	11 56	17 36	11 09	1 36	
7	H	11	67	6 14	11 56	17 37	11 57	2 25	
8	K		68	6 12	11 56	17 39	12 49	3 10	
9	Sz		69	6 11	11 56	17 41	13 46	3 51	
10	Cs		70	6 09	11 55	17 42	14 47	4 26	
11	P		71	6 06	11 55	17 43	15 51	4 59	
12	Sz		72	6 04	11 55	17 45	16 58	5 31	
13	V		73	6 02	11 54	17 46	18 06	6 01	☾ 09 26
14	H	12	74	6 00	11 54	17 48	19 16	6 31	
15	K		75	5 58	11 54	17 49	20 28	7 01	
16	Sz		76	5 56	11 53	17 51	21 40	7 34	
17	Cs		77	5 54	11 53	17 52	22 50	8 10	
18	P		78	5 52	11 53	17 53	23 58	8 52	
19	Sz		79	5 50	11 53	17 55	—	9 38	
20	V		80	5 48	11 52	17 56	1 01	10 32	☾ 07 41
21	H	13	81	5 46	11 52	17 58	1 58	11 33	
22	K		82	5 44	11 52	18 00	2 48	12 39	
23	Sz		83	5 42	11 51	18 01	3 32	13 48	
24	Cs		84	5 40	11 51	18 02	4 09	14 57	
25	P		85	5 38	11 51	18 03	4 42	16 07	
26	Sz		86	5 36	11 51	18 05	5 13	17 16	
27	V		87	5 34	11 50	18 06	5 42	18 24	☾ 08 38
28	H	14	88	5 32	11 50	18 08	6 10	19 29	
29	K		89	5 30	11 50	18 09	6 40	20 33	
30	Sz		90	5 28	11 49	18 10	7 10	21 34	
31	Cs		91	5 26	11 49	18 12	7 44	22 32	

Tavaszi kezdete:

Hold: 6-án

19-én

20-án 15^h43^m-kor.

3^b-kor földtávolban, látszólagos sugara: 14'46'',4

8^b-kor földközeli, látszólagos sugara: 16'09'',2

HÓ N A P

0b világidőkor						
Julián dátum 2436...	Csillagidő* ($\lambda = 0^\circ$ -nál)	A NAP			A HOLD	
		rektasz- cenziója	dekliná- ciója	látszó- sugara	rektasz- cenziója	dekliná- ciója
	h m s	h m	° '	' "	h m	° '
...994,5	10 35 11,609	22 48	— 7 40	16 10	1 19	+ 5 49
995,5	10 39 08,158	22 51	7 17	16 10	2 08	9 25
996,5	10 43 04,709	22 55	6 54	16 09	2 56	12 31
997,5	10 47 01,261	22 59	6 31	16 09	3 45	15 01
998,5	10 50 57,815	23 03	6 08	16 09	4 34	16 50
999,5	10 54 54,370	23 06	5 45	16 09	5 23	17 54
000,5	10 58 50,925	23 10	5 21	16 09	6 13	18 11
001,5	11 02 47,481	23 14	4 58	16 08	7 03	17 40
002,5	11 06 44,035	23 17	4 35	16 08	7 54	16 21
003,5	11 10 40,588	23 21	4 11	16 08	8 44	14 15
004,5	11 14 37,140	23 25	3 48	16 07	9 34	11 27
005,5	11 18 33,689	23 29	3 24	16 07	10 25	8 02
006,5	11 22 30,237	23 32	3 00	16 07	11 15	+ 4 09
007,5	11 26 26,785	23 36	2 37	16 07	12 07	— 0 01
008,5	11 30 23,332	23 40	2 13	16 06	12 59	4 16
009,5	11 34 19,880	23 43	1 49	16 06	13 52	8 20
010,5	11 38 16,431	23 47	1 26	16 06	14 47	12 00
011,5	11 42 12,984	23 50	1 02	16 06	15 44	14 58
012,5	11 46 09,539	23 54	0 38	16 05	16 43	17 04
013,5	11 50 06,096	23 58	— 0 15	16 05	17 42	18 05
014,5	11 54 02,654	0 01	+ 0 09	16 05	18 42	17 59
015,5	11 57 59,210	0 05	0 33	16 04	19 40	16 46
016,5	12 01 55,765	0 09	0 57	16 04	20 38	14 32
017,5	12 05 52,317	0 12	1 20	16 04	21 34	11 29
018,5	12 09 48,867	0 16	1 44	16 04	22 27	7 50
019,5	12 13 45,415	0 20	2 07	16 03	23 19	— 3 49
020,5	12 17 41,962	0 23	2 31	16 03	0 10	+ 0 20
021,5	12 21 38,509	0 27	2 54	16 03	1 00	4 22
022,5	12 25 35,057	0 31	3 18	16 03	1 49	8 08
023,5	12 29 31,607	0 34	3 41	16 02	2 38	11 28
024,5	12 33 28,159	0 38	+ 4 04	16 02	3 28	+ 14 13

I. ÁPRILIS

Dátum	A hét napjai	Az év hányadik hete	Az év hányadik napja	Közép-európai zónaidőben						A HOLD fény-változásai
				Budapest						
				A NAP			A HOLD			
				kel	delel	nyug-szik	kel	nyug-szik		
				h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	P	(14)	92	5 24	11 49	18 13	8 21	23 27		
2	Sz		93	5 22	11 49	18 15	9 02	—		
3	V		94	5 20	11 48	18 16	9 48	0 18		
4	H	15	95	5 18	11 48	18 17	10 39	1 04	☾ 08 05	
5	K		96	5 16	11 47	18 18	11 33	1 45		
6	Sz		97	5 14	11 47	18 20	12 32	2 23		
7	Cs		98	5 12	11 47	18 21	13 34	2 57		
8	P		99	5 11	11 47	18 23	14 38	3 28		
9	Sz		100	5 08	11 46	18 24	15 46	3 59		
10	V		101	5 06	11 46	18 26	16 56	4 29		
11	H	16	102	5 04	11 46	18 28	18 08	4 59	☾ 21 28	
12	K		103	5 02	11 45	18 29	19 22	5 31		
13	Sz		104	5 00	11 45	18 30	20 36	6 07		
14	Cs		105	4 58	11 45	18 31	21 47	6 47		
15	P		106	4 56	11 45	18 33	22 54	7 34		
16	Sz		107	4 54	11 44	18 34	23 55	8 26		
17	V	17	108	4 53	11 44	18 36	—	9 26		
18	H		109	4 51	11 44	18 37	0 47	10 31	☾ 13 57	
19	K	110	4 49	11 44	18 38	1 33	11 39			
20	Sz		111	4 47	11 44	18 40	2 11	12 47		
21	Cs		112	4 45	11 43	18 41	2 45	13 57		
22	P		113	4 43	11 43	18 42	3 15	15 05		
23	Sz		114	4 42	11 43	18 44	3 44	16 11		
24	V		115	4 40	11 43	18 45	4 12	17 17		
25	H	18	116	4 38	11 43	18 47	4 40	18 19	☾ 22 45	
26	K		117	4 36	11 42	18 48	5 10	19 22		
27	Sz		118	4 34	11 42	18 50	5 43	20 22		
28	Cs		119	4 32	11 42	18 51	6 18	21 18		
29	P		120	4 31	11 42	18 52	6 57	22 12		
30	Sz		121	4 29	11 41	18 53	7 41	23 00		

Hold : 2-án 23^b-kor földtávolban, látszólagos sugara : 14'46'',2
14-én 20^a-kor földközelségben, látszólagos sugara : 16'21'',0
30-án 17^a-kor földtávolban, látszólagos sugara : 14'44'',5

HÓ NAP

0h világidőkor						
Julián dátum 2437...	Csillagidő ($\lambda = 0^\circ$ -nál)	A NAP			A HOLD	
		rektasz- cenzíója	dekliná- ciója	látszó- sugara	rektasz- cenzíója	dekliná- ciója
	h m s	h m	° '	' "	h m	° '
...025,5	12 37 24,712	0 41	+ 4 28	16 02	4 17	+ 16 18
026,5	12 41 21,266	0 45	4 51	16 01	5 07	17 38
027,5	12 45 17,821	0 49	5 14	16 01	5 56	18 12
028,5	12 49 14,377	0 52	5 37	16 01	6 46	17 58
029,5	12 53 10,931	0 56	6 00	16 01	7 36	16 56
030,5	12 57 07,485	1 00	6 22	16 00	8 26	15 08
031,5	13 01 04,037	1 03	6 45	16 00	9 15	12 36
032,5	13 05 00,588	1 07	7 07	16 00	10 05	9 26
033,5	13 08 57,137	1 11	7 30	16 00	10 55	5 44
034,5	13 12 53,685	1 14	7 52	15 59	11 47	+ 1 38
035,5	13 16 50,233	1 18	8 14	15 59	12 39	— 2 40
036,5	13 20 46,781	1 22	8 36	15 59	13 33	6 56
037,5	13 24 43,332	1 25	8 58	15 58	14 29	10 52
038,5	13 28 39,885	1 29	9 20	15 58	15 27	14 12
039,5	13 32 36,441	1 33	9 41	15 58	16 26	16 39
040,5	13 36 32,999	1 36	10 03	15 58	17 27	18 01
041,5	13 40 29,558	1 40	10 24	15 57	18 28	18 12
042,5	13 44 26,116	1 44	10 45	15 57	19 27	17 13
043,5	13 48 22,672	1 48	11 06	15 57	20 25	15 12
044,5	13 52 19,227	1 51	11 27	15 57	21 21	12 20
045,5	13 56 15,778	1 55	11 47	15 56	22 14	8 51
046,5	14 00 12,328	1 59	12 07	15 56	23 06	4 57
047,5	14 04 08,877	2 03	12 28	15 56	23 56	— 0 53
048,5	14 08 05,425	2 06	12 47	15 55	0 45	+ 3 10
049,5	14 12 01,975	2 10	13 07	15 55	1 34	7 01
050,5	14 15 58,525	2 14	13 27	15 55	2 23	10 29
051,5	14 19 55,078	2 18	13 46	15 55	3 12	13 27
052,5	14 23 51,633	2 21	14 05	15 54	4 01	15 47
053,5	14 27 48,188	2 25	14 24	15 54	4 51	17 24
054,5	14 31 44,745	2 29	+ 14 42	15 54	5 41	+ 18 14

I. MÁJUS

Dátum	A hét napja	Az év hányadik hete	Az év hányadik napja	Közép-európai zónaidőben						A HOLD fény-változásai
				Budapesten						
				A NAP			A HOLD			
				kel	delel	nyug-szik	kel	nyug-szik		
				h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	V	(18) 19	122	4 28	11 41	18 55	8 30	23 43		
2	H		123	4 26	11 41	18 56	9 22	—		
3	K		124	4 25	11 41	18 58	10 19	0 22		
4	Sz		125	4 23	11 41	18 59	11 18	0 57	☾ 02 01	
5	Cs		126	4 22	11 41	19 01	12 21	1 29		
6	P	20	127	4 20	11 41	19 02	13 26	1 58		
7	Sz		128	4 19	11 41	19 03	14 33	2 28		
8	V		129	4 17	11 41	19 04	15 43	2 56		
9	H		130	4 15	11 41	19 06	16 57	3 28		
10	K		131	4 14	11 41	19 07	18 12	4 00		
11	Sz		132	4 12	11 40	19 08	19 27	4 39	☾ 06 43	
12	Cs		133	4 11	11 40	19 10	20 39	5 24		
13	P		134	4 10	11 40	19 11	21 44	6 15		
14	Sz		135	4 08	11 40	19 12	22 42	7 13		
15	V		136	4 07	11 40	19 14	23 31	8 19		
16	H	21	137	4 06	11 40	19 15	—	9 28		
17	K		138	4 05	11 40	19 16	0 14	10 39	☾ 20 55	
18	Sz		139	4 04	11 41	19 18	0 48	11 48		
19	Cs		140	4 03	11 41	19 19	1 20	12 56		
20	P		141	4 02	11 41	19 20	1 49	14 02		
21	Sz	22	142	4 01	11 41	19 21	2 16	15 08		
22	V		143	4 00	11 41	19 22	2 44	16 11		
23	H		144	3 58	11 41	19 23	3 13	17 13		
24	K		145	3 57	11 41	19 25	3 44	18 14		
25	Sz		146	3 56	11 41	19 26	4 17	19 11	☾ 13 27	
26	Cs	23	147	3 55	11 41	19 27	4 55	20 06		
27	P		148	3 54	11 41	19 28	5 37	20 56		
28	Sz		149	3 54	11 42	19 29	6 24	21 41		
29	V		150	3 53	11 42	19 30	7 15	22 22		
30	H		151	3 53	11 42	19 31	8 10	22 58		
31	K		152	3 52	11 42	19 32	9 08	23 30		

Hold : 12-én 19^b-kor földközélen, látszólagos sugara : 16'34'',5
28-án 6^b-kor földtávolban, látszólagos sugara : 14'42'',5

HÓNAP

0 ^h világidőkor						
Julián dátum 2437...	Csillagidő ($\lambda = 0^{\circ}$ -nál)	A NAP			A HOLD	
		rektasz- cenziója	deklíná- ciója	látszó- sugara	rektasz- cenziója	deklíná- ciója
	h m s	h m	° '	' "	h m	° '
...055,5	14 35 41,302	2 33	+15 01	15 54	6 30	+18 16
056,5	14 39 37,859	2 37	15 19	15 54	7 20	17 30
057,5	14 43 34,416	2 40	15 37	15 53	8 09	15 58
058,5	14 47 30,970	2 44	15 54	15 53	8 58	13 43
059,5	14 51 27,523	2 48	16 11	15 53	9 47	10 48
060,5	14 55 24,075	2 52	16 28	15 53	10 36	7 20
061,5	14 59 20,626	2 56	16 45	15 52	11 26	+ 3 25
062,5	15 03 17,175	3 00	17 02	15 52	12 17	— 0 47
063,5	15 07 13,726	3 04	17 18	15 52	13 10	5 06
064,5	15 11 10,277	3 08	17 34	15 52	14 05	9 16
065,5	15 15 06,832	3 11	17 49	15 52	15 03	12 58
066,5	15 19 03,389	3 15	18 05	15 51	16 03	15 54
067,5	15 22 59,949	3 19	18 20	15 51	17 05	17 47
068,5	15 26 56,511	3 23	18 34	15 51	18 08	18 25
069,5	15 30 53,072	3 27	18 49	15 51	19 10	17 48
070,5	15 34 49,632	3 31	19 03	15 51	20 10	16 00
071,5	15 38 46,189	3 35	19 17	15 50	21 08	13 17
072,5	15 42 42,744	3 39	19 30	15 50	22 02	9 52
073,5	15 46 39,296	3 43	19 43	15 50	22 55	6 01
074,5	15 50 35,847	3 47	19 56	15 50	23 45	— 1 58
075,5	15 54 32,398	3 51	20 08	15 50	0 34	+ 2 06
076,5	15 58 28,949	3 55	20 20	15 49	1 22	6 00
077,5	16 02 25,502	3 59	20 32	15 49	2 10	9 35
078,5	16 06 22,056	4 03	20 44	15 49	2 58	12 42
079,5	16 10 18,612	4 07	20 55	15 49	3 47	15 15
080,5	16 14 15,170	4 11	21 05	15 49	4 37	17 06
081,5	16 18 11,729	4 15	21 16	15 48	5 26	18 12
082,5	16 22 08,288	4 19	21 25	15 48	6 16	18 29
083,5	16 26 04,847	4 23	21 35	15 48	7 06	17 59
084,5	16 30 01,406	4 27	21 44	15 48	7 55	16 41
085,5	16 33 57,963	4 31	+21 53	15 48	8 44	+14 39

I. JÚNIUS

Dátum	A hét napjai	Az év hányadik hete	Az év hányadik napja	Közép-európai zónaidőben					
				Budapesten					A HOLD fény-változásai
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyug-szik	kel	nyug-szik	
				h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	Sz	(23)	153	3 51	11 42	19 33	10 08	0 00	☾ 17 02
2	Cs		154	3 50	11 42	19 34	11 10	—	
3	P		155	3 50	11 42	19 35	12 14	0 29	
4	Sz		156	3 49	11 42	19 36	13 22	0 56	
5	V		157	3 48	11 42	19 37	14 32	1 25	
6	H	24	158	3 48	11 42	19 37	15 45	1 57	☾ 14 02
7	K		159	3 48	11 43	19 38	17 00	2 31	
8	Sz		160	3 48	11 43	19 39	18 15	3 11	
9	Cs		161	3 47	11 43	19 39	19 25	3 59	
10	P		162	3 47	11 43	19 40	20 29	4 54	
11	Sz	25	163	3 46	11 43	19 40	21 24	5 59	☾ 05 36
12	V		164	3 46	11 43	19 41	22 10	7 09	
13	H		165	3 46	11 43	19 41	22 49	8 21	
14	K		166	3 46	11 44	19 42	23 23	9 35	
15	Sz		167	3 46	11 44	19 43	23 53	10 46	
16	Cs	26	168	3 46	11 44	19 43	—	11 54	☾ 04 27
17	P		169	3 46	11 44	19 43	0 22	13 00	
18	Sz		170	3 46	11 45	19 44	0 49	14 05	
19	V		171	3 46	11 45	19 44	1 17	15 07	
20	H		172	3 46	11 45	19 44	1 47	16 07	
21	K	27	173	3 46	11 45	19 45	2 19	17 06	☾ 23 01
22	Sz		174	3 47	11 46	19 45	2 55	18 01	
23	Cs		175	3 47	11 46	19 45	3 35	18 53	
24	P		176	3 47	11 46	19 45	4 20	19 40	
25	Sz		177	3 47	11 46	19 45	5 10	20 22	
26	V	27	178	3 48	11 46	19 45	6 03	21 01	☾ 23 01
27	H		179	3 48	11 46	19 45	7 00	21 34	
28	K		180	3 48	11 47	19 45	7 59	22 04	
29	Sz		181	3 49	11 47	19 45	9 01	22 34	
30	Cs		182	3 50	11 47	19 45	10 03	23 01	

Nyár kezdete :

Hold : 10-én
24-én

21-én 10^h 43^m-kor.

3^h-kor földközeli, látszólagos sugara : 16'42'',9
11^h-kor földtávolban, látszólagos sugara : 14'41'',6

HÓ N A P

0 ^h világidőkor						
Julián dátum 2437...	Csillagidő ($\lambda = 0^{\circ}$ -nál)	A N A P			A H O L D	
		rektasz- cenzíója	dekliná- ciója	látszó- sugara	rektasz- cenzíója	dekliná- ciója
	h m s	h m	° '	' "	h m	° '
...086,5	16 37 54,519	4 36	+22 01	15 48	9 32	+11 59
087,5	16 41 51,073	4 40	22 09	15 48	10 21	8 45
088,5	16 45 47,626	4 44	22 17	15 47	11 09	5 03
089,5	16 49 44,178	4 48	22 24	15 47	11 58	+ 1 00
090,5	16 53 40,729	4 52	22 31	15 47	12 49	— 3 13
091,5	16 57 37,282	4 56	22 38	15 47	13 42	7 25
092,5	17 01 33,837	5 00	22 44	15 47	14 37	11 20
093,5	17 05 30,395	5 04	22 50	15 47	15 36	14 41
094,5	17 09 26,956	5 08	22 55	15 47	16 38	17 08
095,5	17 13 23,519	5 13	23 00	15 47	17 42	18 23
096,5	17 17 20,082	5 17	23 04	15 47	18 46	18 20
097,5	17 21 16,645	5 21	23 08	15 46	19 49	16 58
098,5	17 25 13,205	5 25	23 12	15 46	20 49	14 29
099,5	17 29 09,762	5 29	23 15	15 46	21 47	11 10
100,5	17 33 06,317	5 33	23 18	15 46	22 41	7 19
101,5	17 37 02,869	5 38	23 20	15 46	23 33	— 3 13
102,5	17 40 59,421	5 42	23 22	15 46	0 23	+ 0 56
103,5	17 44 55,974	5 46	23 24	15 46	1 11	4 56
104,5	17 48 52,527	5 50	23 25	15 46	1 59	8 37
105,5	17 52 49,082	5 54	23 26	15 46	2 47	11 53
106,5	17 56 45,639	5 58	23 26	15 46	3 36	14 36
107,5	18 00 42,197	6 02	23 26	15 46	4 25	16 40
108,5	18 04 38,756	6 07	23 26	15 46	5 14	18 00
109,5	18 08 35,316	6 11	23 25	15 46	6 04	18 33
110,5	18 12 31,876	6 15	23 24	15 46	6 54	18 17
111,5	18 16 28,436	6 19	23 22	15 45	7 43	17 13
112,5	18 20 24,994	6 23	23 20	15 45	8 32	15 24
113,5	18 24 21,551	6 27	23 18	15 45	9 20	12 59
114,5	18 28 18,106	6 34	23 15	15 45	10 08	9 51
115,5	18 32 14,659	6 36	+23 11	15 45	10 56	+ 6 20

Dátum	A hét napjai	Az év hányadik hete	Az év hányadik napja	Közép-európai zónaidőben						A HOLD fény-változásai
				Budapesten						
				A NAP			A HOLD			
				kel	delel	nyug-szik	kel	nyug-szik		
				h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	P	(27)	183	3 50	11 47	19 45	11 08	23 28	☾ 04 49	
2	Sz		184	3 51	11 48	19 45	12 14	23 57		
3	V		185	3 52	11 48	19 45	13 25	—		
4	H		186	3 52	11 48	19 44	15 36	0 29		
5	K		187	3 53	11 48	19 44	15 49	1 03		
6	Sz	28	188	3 53	11 48	19 43	17 01	1 47	☾ 20 37	
7	Cs		189	3 54	11 48	19 43	18 08	2 37		
8	P		190	3 55	11 48	19 42	19 09	3 37		
9	Sz		191	3 56	11 49	19 42	20 01	4 44		
10	V		192	3 57	11 49	19 41	20 45	5 57		
11	H	29	193	3 58	11 49	19 40	21 23	7 12	☾ 16 43	
12	K		194	3 59	11 49	19 40	21 55	8 27		
13	Sz		195	4 00	11 49	19 39	22 25	9 39		
14	Cs		196	4 01	11 49	19 38	22 53	10 48		
15	P		197	4 02	11 49	19 37	23 21	11 54		
16	Sz	30	198	4 03	11 50	19 37	23 51	12 57	☾ 19 32	
17	V		199	4 03	11 50	19 36	—	13 59		
18	H		200	4 04	11 50	19 35	0 22	15 00		
19	K		201	4 05	11 50	19 34	0 57	15 56		
20	Sz		202	4 07	11 50	19 33	1 35	16 48		
21	Cs	31	203	4 08	11 50	19 32	2 18	17 38	☾ 19 32	
22	P		204	4 09	11 50	19 31	3 06	18 22		
23	Sz		205	4 10	11 50	19 30	3 58	19 01		
24	V		206	4 11	11 50	19 29	4 53	19 36		
25	H		207	4 12	11 50	19 28	5 52	20 09		
26	K		208	4 14	11 50	19 27	6 55	20 38	☾ 13 39	
27	Sz		209	4 15	11 50	19 25	7 55	21 05		
28	Cs		210	4 16	11 50	19 24	9 00	21 33		
29	P		211	4 18	11 50	19 23	10 05	22 00		
30	Sz		212	4 19	11 50	19 22	11 12	23 31		
31	V		213	4 20	11 50	19 21	12 20	23 03		

Nap: 2-án

Hold: 8-án

21-én

23^b-kor földtávolban.12^b-kor földközélen, látszólagos sugara: 16'43'',715^b-kor földtávolban, látszólagos sugara: 14'42'',2

HÓNAP

0 ^h világidőkor						
Julian dátum 2437...	Csillagidő ($\lambda = 0^{\circ}$ -nál)	A NAP			A HOLD	
		rektasz- cenziója	dekliná- ciója	látász- sugara	rektasz- cenziója	dekliná- ciója
	h m s	h m	° '	' "	h m	° '
... 116,5	18 36 11,212	6 40	+ 23 08	15 45	11 44	+ 2 27
117,5	18 40 07,763	6 44	23 03	15 45	12 33	— 1 38
118,5	18 44 04,316	6 48	22 59	15 45	13 23	5 45
119,5	18 48 00,870	6 52	22 54	15 45	14 16	9 43
120,5	18 51 57,426	6 56	22 48	15 45	15 12	13 15
121,5	18 55 53,985	7 00	22 43	15 45	16 11	16 06
122,5	18 59 50,457	7 05	22 37	15 45	17 13	17 56
123,5	19 03 47,111	7 09	22 30	15 45	18 17	18 32
124,5	19 07 43,674	7 13	22 23	15 45	19 21	17 47
125,5	19 11 40,235	7 17	22 16	15 45	20 24	15 46
126,5	19 15 36,793	7 21	22 08	15 45	21 25	12 44
127,5	19 19 33,348	7 25	22 00	15 45	22 22	8 58
128,5	19 23 29,901	7 29	21 52	15 46	23 16	4 49
129,5	19 27 26,453	7 33	21 43	15 46	0 08	— 0 33
130,5	19 31 23,004	7 37	21 34	15 46	0 58	+ 3 37
131,5	19 35 19,556	7 41	21 24	15 46	1 47	7 28
132,5	19 39 16,110	7 45	21 14	15 46	2 35	10 55
133,5	19 43 12,665	7 49	21 04	15 46	3 24	13 49
134,5	19 47 09,222	7 53	20 53	15 46	4 13	16 05
135,5	19 51 05,780	7 57	20 42	15 46	5 02	17 38
136,5	19 55 02,339	8 01	20 31	15 46	5 51	18 25
137,5	19 58 58,898	8 05	20 19	15 46	6 41	18 23
138,5	20 02 55,456	8 09	20 07	15 46	7 31	17 34
139,5	20 06 52,014	8 13	19 55	15 46	8 20	15 58
140,5	20 10 48,569	8 17	19 42	15 46	9 09	13 39
141,5	20 14 45,123	8 21	19 29	15 46	9 57	10 45
142,5	20 18 41,676	8 25	19 16	15 46	10 45	7 20
143,5	20 22 38,227	8 29	19 02	15 47	11 33	+ 3 33
144,5	20 26 34,777	8 33	18 48	15 47	12 21	— 0 26
145,5	20 30 31,328	8 37	18 34	15 47	13 10	4 30
146,5	20 34 27,879	8 41	+ 18 20	15 47	14 01	— 8 25

I. AUGUSZTUS

Dátum	A hét napjai	Az év hányadik hete	Az év hányadik napja	Közép-európai zónaidőben					A HOLD fény-változásai
				Budapesten					
				A NAP			A HOLD		
				kel	dele	nyug-szik	kel	nyug-szik	
				h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	H	32	214	4 21	11 50	19 19	13 31	23 41	
2	K		215	4 22	11 50	19 18	14 40	—	
3	Sz		216	4 23	11 50	19 16	15 48	0 26	
4	Cs		217	4 25	11 50	19 15	16 51	1 20	
5	P		218	4 26	11 50	19 13	17 47	2 21	
6	Sz		219	4 28	11 50	19 12	18 35	3 30	
7	V		220	4 29	11 50	19 10	19 16	4 45	☾ 03 41
8	H	33	221	4 31	11 50	19 09	19 52	6 01	
9	K		222	4 32	11 50	19 07	20 24	7 15	
10	Sz		223	4 33	11 49	19 05	20 54	8 28	
11	Cs		224	4 34	11 49	19 03	21 22	9 37	
12	P		225	4 35	11 49	19 02	21 54	10 44	
13	Sz		226	4 37	11 49	19 01	22 24	11 48	
14	V		227	4 38	11 49	18 59	22 56	12 49	☾ 06 37
15	H	34	228	4 39	11 48	18 57	23 35	13 48	
16	K		229	4 40	11 48	18 55	—	14 42	
17	Sz		230	4 42	11 48	18 53	0 16	15 33	
18	Cs		231	4 43	11 47	18 51	1 02	16 19	
19	P		232	4 45	11 47	18 49	1 52	17 00	
20	Sz		233	4 46	11 47	18 47	2 47	17 37	
21	V		234	4 48	11 47	18 46	3 45	18 10	
22	H	35	235	4 49	11 47	18 45	4 45	18 40	☾ 10 16
23	K		236	4 50	11 46	18 43	5 47	19 10	
24	Sz		237	4 51	11 46	18 40	6 52	19 38	
25	Cs		238	4 53	11 46	18 38	7 57	20 05	
26	P		239	4 54	11 45	18 36	9 03	20 35	
27	Sz		240	4 56	11 45	18 35	10 11	21 06	
28	V		241	4 57	11 45	18 33	11 20	21 41	
29	H	36	242	4 58	11 45	18 31	12 29	22 23	☾ 20 23
30	K		243	4 59	11 44	18 29	13 36	23 11	
31	Sz		244	5 01	11 44	18 27	14 38	—	

Hold : 6-án
18-án

21^b-kor földközélnben, látszólagos sugara : 16'33'',7
2^b-kor földtávolban, látszólagos sugara : 14'44'',0

HÓ N A P

0 ^b világidőkor						
Julian dátum 2437...	Csillagidő ($\lambda = 0^{\circ}$ -nál)	A NAP			A HOLD	
		rektasz- cenzíója	dekliná- ciója	látszó- sugara	rektasz- cenzíója	dekliná- ciója
	h m s	h m	° ' "	' "	h m	° ' "
...147,5	20 38 24,433	8 45	+18 05	15 47	14 55	—12 01
148,5	20 42 20,989	8 49	17 49	15 47	15 51	15 03
149,5	20 46 17,548	8 52	17 34	15 47	16 50	17 14
150,5	20 50 14,109	8 56	17 18	15 47	17 51	18 21
151,5	20 54 10,670	9 00	17 02	15 48	18 54	18 13
152,5	20 58 07,230	9 04	16 46	15 48	19 57	16 48
153,5	21 02 03,787	9 08	16 29	15 48	20 58	14 13
154,5	21 06 00,342	9 12	16 13	15 48	21 57	10 45
155,5	21 09 56,894	9 15	16 55	15 48	22 54	6 41
156,5	21 13 53,443	9 19	15 38	15 48	23 48	— 2 21
157,5	21 17 49,993	9 23	15 20	15 48	0 40	+ 1 58
158,5	21 21 46,543	9 27	15 03	15 49	1 31	6 03
159,5	21 25 43,094	9 31	14 45	15 49	2 20	9 44
160,5	21 29 39,646	9 34	14 26	15 49	3 10	12 51
161,5	21 33 36,201	9 38	14 08	15 49	3 59	15 21
162,5	21 37 32,756	9 42	13 49	15 49	4 48	17 08
163,5	21 41 29,313	9 46	13 30	15 49	5 38	18 10
164,5	21 45 25,870	9 49	13 11	15 50	6 28	18 23
165,5	21 49 22,426	9 53	12 51	15 50	7 17	17 48
166,5	21 53 18,981	9 57	12 32	15 50	8 07	16 26
167,5	21 57 15,535	10 00	12 12	15 50	8 56	14 20
168,5	22 01 12,088	10 04	11 52	15 50	9 45	11 34
169,5	22 05 08,638	10 08	11 31	15 51	10 33	8 16
170,5	22 09 05,187	10 11	11 11	15 51	11 21	4 33
171,5	22 13 01,736	10 15	10 50	15 51	12 10	+ 0 34
172,5	22 16 58,284	10 19	10 30	15 51	12 59	— 3 30
173,5	22 20 54,833	10 22	10 09	15 51	13 50	7 28
174,5	22 24 51,384	10 26	9 48	15 52	14 42	11 07
175,5	22 28 47,937	10 30	9 26	15 52	15 36	14 15
176,5	22 32 44,493	10 33	9 05	15 52	16 33	16 38
177,5	22 36 41,050	10 37	+ 8 44	15 52	17 32	—18 03

I. SZEPTEMBER

Dátum	A hét napjai	Az év hányadik hete	Az év hányadik napja	Közép-európai zónaidőben					
				Budapestben					A HOLD fény-változásai
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyug-szik	kel	nyug-szik	
				h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	Cs	(36)	245	5 02	11 44	18 25	15 35	0 07	
2	P		246	5 04	11 44	18 24	16 25	1 11	
3	Sz		247	5 05	11 43	18 22	17 09	2 21	
4	V		248	5 06	11 43	18 19	17 47	3 35	
5	H	37	249	5 07	11 42	18 17	18 20	4 50	☾ 12 19
6	K		250	5 09	11 42	18 15	18 51	6 04	
7	Sz		251	5 10	11 42	18 13	19 21	7 15	
8	Cs		252	5 12	11 42	18 11	19 51	8 25	
9	P		253	5 13	11 41	18 09	20 22	9 31	
10	Sz		254	5 14	11 41	18 07	20 55	10 35	
11	V		255	5 15	11 40	18 05	21 31	11 37	
12	H	38	256	5 17	11 40	18 03	22 11	12 33	☾ 23 20
13	K		257	5 18	11 40	18 01	22 56	13 26	
14	Sz		258	5 19	11 39	17 59	23 45	14 14	
15	Cs		259	5 21	11 39	17 57	—	14 57	
16	P		260	5 22	11 39	17 55	0 38	15 36	
17	Sz		261	5 23	11 38	17 53	1 34	16 10	
18	V		262	5 25	11 38	17 51	2 35	16 42	
19	H	39	263	5 26	11 38	17 49	3 37	17 12	
20	K		264	5 28	11 38	17 47	4 41	17 40	
21	Sz		265	5 29	11 37	17 45	5 46	18 08	
22	Cs		266	5 30	11 37	17 43	6 54	18 37	☾ 00 13
23	P		267	5 31	11 36	17 41	8 03	19 08	
24	Sz		268	5 33	11 36	17 39	9 12	19 43	
25	V		269	5 34	11 35	17 36	10 22	20 23	
26	H	40	270	5 36	11 35	17 34	11 29	21 09	
27	K		271	5 37	11 35	17 32	12 31	22 02	
28	Sz		272	5 39	11 35	17 30	13 29	23 01	☾ 02 13
29	Cs		273	5 40	11 34	17 28	14 20	—	
30	P		274	5 41	11 34	17 26	15 05	0 07	

Ősz kezdete: 23-án 2^h 00^m-kor.

Hold: 2-án 22^h-kor földközeli, látszólagos sugara: 16'24'',1
14-én 19^h-kor földtávolban, látszólagos sugara: 14'46'',1
29-én 23^h-kor földközeli, látszólagos sugara: 16'11'',1

HÓ NAP

0b világidőkor						
Julián datum 2437...	Csillagidő ($\lambda = 0^{\circ}$ -nál)	A NAP			A HOLD	
		rektasz- cenziója	dekliná- ciója	látász- sugara	rektasz- cenziója	dekliná- ciója
	h m s	h m	° '	' "	h m	° '
...178,5	22 40 37,609	10 41	+ 8 22	15 52	18 33	—18 20
179,5	22 44 34,167	10 44	8 00	15 53	19 34	17 25
180,5	22 48 30,723	10 48	7 38	15 53	20 34	15 20
181,5	22 52 27,276	10 52	7 16	15 53	21 33	12 16
182,5	22 56 23,827	10 55	6 54	15 53	22 30	8 28
183,5	23 00 20,376	10 59	6 32	15 54	23 25	— 4 13
184,5	23 04 16,923	11 02	6 09	15 54	0 19	+ 0 10
185,5	23 08 13,471	11 06	5 47	15 54	1 11	4 25
186,5	23 12 10,019	11 10	5 24	15 54	2 02	8 21
187,5	23 16 06,570	11 13	5 02	15 55	2 52	11 45
188,5	23 20 03,122	11 17	4 39	15 55	3 42	14 32
189,5	23 23 59,675	11 20	4 16	15 55	4 32	16 36
190,5	23 27 56,230	11 24	3 53	15 55	5 22	17 53
191,5	23 31 52,785	11 28	3 30	15 56	6 12	18 22
192,5	23 35 49,340	11 31	3 07	15 56	7 02	18 02
193,5	23 39 45,895	11 35	2 44	15 56	7 51	16 55
194,5	23 43 42,448	11 38	2 21	15 56	8 41	15 03
195,5	23 47 38,999	11 42	1 58	15 57	9 30	12 29
196,5	23 51 35,549	11 45	1 34	15 57	10 18	9 19
197,5	23 55 32,097	11 49	1 11	15 57	11 07	5 41
198,5	23 59 28,644	11 53	0 48	15 57	11 56	+ 1 43
199,5	0 03 25,191	11 56	0 24	15 58	12 46	— 2 24
200,5	0 07 21,739	12 00	+ 0 01	15 58	13 37	6 29
201,5	0 11 18,289	12 03	— 0 22	15 58	14 29	10 18
202,5	0 15 14,840	12 07	0 46	15 59	15 24	13 37
203,5	0 19 11,395	12 11	1 09	15 59	16 20	16 12
204,5	0 23 07,951	12 14	1 33	15 59	17 18	17 51
205,5	0 27 04,508	12 18	1 56	15 59	18 18	18 24
206,5	0 31 01,066	12 21	2 19	15 60	19 17	17 48
207,5	0 34 57,622	12 25	— 2 43	15 60	20 16	—16 05

I. OKTÓBER

Dátum	A hét napjai	Az év hányadik hete	Az év hányadik napja	Közép-európai zónaidőben					A HOLD fény-változásai
				Budapesten					
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyug-szik	kel	nyug-szik	
				h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	Sz	(40)	275	5 42	11 33	17 24	15 43	1 18	
2	V		276	5 43	11 33	17 22	16 18	2 30	
3	H	41	277	5 44	11 32	17 20	16 49	3 43	
4	K		278	5 46	11 32	17 18	17 19	4 55	☾ 23 17
5	Sz		279	5 48	11 32	17 17	17 49	6 04	
6	Cs		280	5 49	11 32	17 15	18 20	7 12	
7	P		281	5 51	11 32	17 13	18 52	8 19	
8	Sz		282	5 52	11 32	17 11	19 27	9 23	
9	V		283	5 54	11 32	17 09	20 06	10 22	
10	H	42	284	5 55	11 31	17 07	20 49	11 18	
11	K		285	5 57	11 31	17 05	21 36	12 08	
12	Sz		286	5 58	11 31	17 03	22 27	12 52	☾ 18 26
13	Cs		287	5 59	11 30	17 01	23 22	13 33	
14	P		288	6 01	11 30	16 59	—	14 09	
15	Sz		289	6 02	11 30	16 57	0 20	14 42	
16	V		290	6 04	11 30	16 55	1 22	15 11	
17	H	43	291	6 05	11 30	16 54	2 24	15 40	
18	K		292	6 06	11 29	16 52	3 30	16 08	
19	Sz		293	6 08	11 29	16 50	4 37	16 37	
20	Cs		294	6 09	11 29	16 48	5 46	17 07	● 13 03
21	P		295	6 11	11 29	16 46	6 57	17 41	
22	Sz		296	6 13	11 29	16 44	8 10	18 19	
23	V		297	6 14	11 28	16 42	9 20	19 04	
24	H	44	298	6 16	11 28	16 41	10 26	19 56	
25	K		299	6 17	11 28	16 39	11 26	20 55	
26	Sz		300	6 18	11 28	16 37	12 19	22 00	
27	Cs		301	6 20	11 28	16 36	13 06	23 08	☾ 08 34
28	P		302	6 21	11 28	16 35	13 45	—	
29	Sz		303	6 23	11 28	16 33	14 19	0 19	
30	V		304	6 24	11 28	16 31	14 51	1 30	
31	H	45	305	6 25	11 27	16 29	15 20	2 40	

Hold : 12-én 14^b-kor földtávolban, látszólagos sugara : 14'46'',7
24-én 21^b-kor földközelségben, látszólagos sugara : 10'12'',6

H Ó N A P

0 ^h világidőkor						
Julán dátum 2437...	Csillagidő ($\lambda = 0^\circ$ -nál)	A NAP			A HOLD	
		rektasz- cenziója	dekliná- ciója	látszó- sugara	rektasz- cenziója	dekliná- ciója
	h m s	h m	° '	' "	h m	° '
... 208,5	0 38 54,175	12 29	— 3 06	16 00	21 14	—13 23
209,5	0 42 50,726	12 32	3 29	16 00	22 10	9 53
210,5	0 46 47,275	12 36	3 52	16 01	23 05	5 51
211,5	0 50 43,823	12 40	4 16	16 01	23 58	— 1 32
212,5	0 54 40,370	12 43	4 39	16 01	0 50	+ 2 47
213,5	0 58 36,918	12 47	5 02	16 02	1 42	6 53
214,5	1 02 33,468	12 50	5 25	16 02	2 33	10 33
215,5	1 06 30,019	12 54	5 48	16 02	3 23	13 38
216,5	1 10 26,573	12 58	6 11	16 02	4 14	16 01
217,5	1 14 23,127	13 01	6 33	16 03	5 05	17 36
218,5	1 18 19,683	13 05	6 56	16 03	5 55	18 23
219,5	1 22 16,239	13 09	7 19	16 03	6 45	18 20
220,5	1 26 12,794	13 13	7 41	16 04	7 35	17 28
221,5	1 30 09,348	13 16	8 04	16 04	8 24	15 51
222,5	1 34 05,901	13 20	8 26	16 04	9 13	13 31
223,5	1 38 02,452	13 24	8 48	16 04	10 01	10 34
224,5	1 41 59,001	13 27	9 10	16 05	10 49	7 05
225,5	1 45 55,550	13 31	9 32	16 05	11 38	+ 3 12
226,5	1 49 52,098	13 35	9 54	16 05	12 28	— 0 56
227,5	1 53 48,646	13 39	10 16	16 05	13 19	5 09
228,5	1 57 45,196	13 42	10 37	16 06	14 12	9 11
229,5	2 01 41,748	13 46	10 58	16 06	15 07	12 47
230,5	2 05 38,303	13 50	11 20	16 06	16 05	15 41
231,5	2 09 34,861	13 54	11 41	16 06	17 04	17 39
232,5	2 13 31,420	13 58	12 01	16 07	18 04	18 31
233,5	2 17 27,979	14 02	12 22	16 07	19 04	18 11
234,5	2 21 24,537	14 05	12 42	16 07	20 03	16 43
235,5	2 25 21,093	14 09	13 03	16 08	21 01	14 15
236,5	2 29 17,646	14 13	13 23	16 08	21 56	10 57
237,5	2 33 14,197	14 17	13 43	16 08	22 50	7 06
238,5	2 37 10,747	14 21	—14 02	16 08	23 42	— 2 55

I. NOVEMBER

Dátum	A hét napjai	Az év hányadik hete	Az év hányadik napja	Közép-európai zónaidőben					A HOLD fény-változásai
				Budapesten					
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyug-szik	kel	nyug-szik	
				h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	K	(45)	306	6 27	11 27	16 28	15 49	3 49	
2	Sz		307	6 29	11 27	16 26	16 19	4 58	
3	Cs		308	6 30	11 27	16 25	16 49	6 03	☾ 12 58
4	P		309	6 32	11 27	16 23	17 23	7 07	
5	Sz		310	6 34	11 28	16 22	18 00	8 10	
6	V		311	6 35	11 28	16 20	18 41	9 07	
7	H	46	312	6 36	11 28	16 19	10 28	10 00	
8	K		313	6 38	11 28	16 18	20 17	10 48	
9	Sz		314	6 40	11 28	16 17	21 11	11 31	
10	Cs		315	6 41	11 28	16 15	22 07	12 09	
11	P		316	6 42	11 28	16 13	23 06	12 42	☾ 14 48
12	Sz		317	6 44	11 28	16 12	—	13 11	
13	V		318	6 45	11 28	16 11	0 08	13 41	
14	H	47	319	6 47	11 28	16 10	1 11	14 08	
15	K		320	6 48	11 28	16 08	2 16	14 35	
16	Sz		321	6 50	11 28	16 07	3 24	15 04	
17	Cs		322	6 52	11 29	16 06	4 35	15 36	
18	P		323	6 53	11 29	16 05	5 47	16 12	
19	Sz		324	6 55	11 30	16 05	7 01	16 55	☾ 00 47
20	V		325	6 56	11 30	16 04	8 11	17 45	
21	H	48	326	6 57	11 30	16 03	9 18	18 43	
22	K		327	6 58	11 30	16 02	10 16	19 47	
23	Sz		328	7 00	11 30	16 01	11 05	20 57	
24	Cs		329	7 01	11 30	16 00	11 48	22 08	
25	P		330	7 03	11 31	15 59	12 24	23 20	☾ 16 42
26	Sz		331	7 04	11 31	15 58	12 56	—	
27	V		332	7 06	11 32	15 58	13 25	0 31	
28	H	49	333	7 07	11 32	15 57	13 53	1 39	
29	K		334	7 08	11 32	15 57	14 21	2 47	
30	Sz		335	7 09	11 32	15 56	14 51	3 52	

Hold : 9-én 10^b-kor földtávolban, látszólagos sugara : 14'45'',6
21-én 5^a-kor földközelen, látszólagos sugara : 16'27'',1

HÓ N A P

0h világidőkor						
Julián dátum 2437...	Csillagidő ($\lambda = 0^\circ$ -nál)	A NAP			A HOLD	
		rektasz- cenzíója	dekliná- ciója	látászó- sugara	rektasz- cenzíója	dekliná- ciója
	h m s	h m	° '	' "	h m	° '
... 239,5	2 41 07,296	14 25	—14 22	16 09	0 34	+ 1 22
240,5	2 45 03,845	14 29	14 41	16 09	1 24	5 32
241,5	2 49 00,396	14 33	15 00	16 09	2 15	9 22
242,5	2 52 56,949	14 37	15 18	16 09	3 05	12 41
243,5	2 56 53,504	14 41	15 37	16 10	3 56	15 22
244,5	3 00 50,061	14 44	15 55	16 10	4 47	17 17
245,5	3 04 46,618	14 48	16 13	16 10	5 38	18 23
246,5	3 08 43,177	14 52	16 30	16 10	6 29	18 38
247,5	3 12 39,734	14 56	16 48	16 11	7 18	18 03
248,5	3 16 36,291	15 01	17 05	16 11	8 08	16 41
249,5	3 20 32,847	15 05	17 22	16 11	8 56	14 36
250,5	3 24 29,401	15 09	17 38	16 11	9 44	11 53
251,5	3 28 25,953	15 13	17 54	16 11	10 32	8 37
252,5	3 32 22,505	15 17	18 10	16 12	11 20	4 54
253,5	3 36 19,055	15 21	18 26	16 12	12 08	+ 0 52
254,5	3 40 15,606	15 25	18 41	16 12	12 58	— 3 21
255,5	3 44 12,158	15 29	18 56	16 12	13 50	7 31
256,5	3 48 08,711	15 33	19 10	16 13	14 45	11 25
257,5	3 52 05,268	15 37	19 25	16 13	15 43	14 44
258,5	3 56 01,828	15 42	19 39	16 13	16 43	17 11
259,5	3 59 58,390	15 46	19 52	16 13	17 44	18 31
260,5	4 03 54,952	15 50	20 05	16 13	18 47	18 36
261,5	4 07 51,514	15 54	20 18	16 13	19 48	17 26
262,5	4 11 48,073	15 58	20 30	16 14	20 47	15 09
263,5	4 15 44,630	16 03	20 42	16 14	21 44	12 00
264,5	4 19 41,184	16 07	20 54	16 14	22 39	8 13
265,5	4 23 37,736	16 11	21 05	16 14	23 31	— 4 05
266,5	4 27 34,288	16 15	21 16	16 14	0 22	+ 0 11
267,5	4 31 30,839	16 20	21 27	16 15	1 12	4 21
268,5	4 35 27,393	16 24	—21 37	16 15	2 01	+ 8 16

I. DECEMBER

Dátum	A hét napja	Az év hányadik hete	Az év hányadik napja	Közép-európai zónaidőben						A HOLD fény-változásai
				Budapesten						
				A NAP			A HOLD			
				kel	delel	nyug-szik	kel	nyug-szik		
				h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	Cs	(49)	336	7 10	11 32	15 55	15 23	4 57	☾ 05 25	
2	P		337	7 12	11 33	15 55	15 58	6 00		
3	Sz		338	7 13	11 33	15 54	16 37	6 58		
4	V		339	7 14	11 34	15 54	17 21	7 53		
5	H		340	7 15	11 34	15 53	18 09	8 44		
6	K	50	341	7 17	11 35	15 53	19 01	9 28		
7	Sz		342	7 18	11 35	15 53	19 56	10 08		
8	Cs		343	7 19	11 36	15 53	20 54	10 43		
9	P		344	7 20	11 36	15 53	21 54	11 14		
10	Sz		345	7 21	11 37	15 53	22 55	11 42		
11	V	51	346	7 21	11 37	15 53	23 58	12 09	☾ 10 39	
12	H		347	7 22	11 37	15 53	—	12 36		
13	K		348	7 23	11 38	15 53	1 03	13 04		
14	Sz		349	7 24	11 38	15 53	2 11	13 32		
15	Cs		350	7 25	11 39	15 54	3 21	14 06		
16	P	52	351	7 26	11 40	15 54	4 33	14 44	☾ 11 47	
17	Sz		352	7 26	11 40	15 54	5 46	15 30		
18	V		353	7 27	11 40	15 54	6 57	16 24		
19	H		354	7 28	11 41	15 55	8 01	17 27		
20	K		355	7 28	11 41	15 55	8 57	18 38		
21	Sz	53	356	7 29	11 42	15 55	9 46	19 51	☾ 03 30	
22	Cs		357	7 29	11 42	15 55	10 24	21 06		
23	P		358	7 30	11 43	15 56	10 59	22 19		
24	Sz		359	7 30	11 43	15 57	11 30	23 29		
25	V		360	7 31	11 44	15 58	11 58	—		
26	H	53	361	7 31	11 44	15 58	12 27	0 39		
27	K		362	7 31	11 45	15 59	12 56	1 45		
28	Sz		363	7 31	11 45	16 00	13 26	2 49		
29	Cs		364	7 32	11 46	16 01	13 59	3 52		
30	P		365	7 32	11 46	16 01	14 36	4 51		
31	Sz		366	7 32	11 47	16 02	15 18	5 47		

Tél kezdete : 21-én 21^h 27^m-kor.

Hold : 7-én 4^h-kor földtávolban, látszólagos sugara : 14'43'',6
19-én 12^h-kor földközélen, látszólagos sugara : 16'39'',9

HÓNAP

0 ^b világidőkor						
Julján dátumi 2437...	Csillagidő ($\lambda = 0^\circ$ -nál)	A NAP			A HOLD	
		rektasz- cenzioja	dekliná- ciója	látszó- sugara	rektasz- cenzioja	dekliná- ciója
	h m s	h m	° '	' "	h m	° '
...269,5	4 39 23,947	16 28	— 21 46	16 15	2 51	+ 11 45
270,5	4 43 20,504	16 33	21 55	16 15	3 41	14 39
271,5	4 47 17,063	16 37	22 04	16 15	4 31	16 50
272,5	4 51 13,622	16 41	22 13	16 15	5 22	18 14
273,5	4 55 10,183	16 46	22 21	16 16	6 13	18 47
274,5	4 59 06,743	16 50	22 28	16 16	7 03	18 30
275,5	5 03 03,302	16 54	22 35	16 16	7 53	17 24
276,5	5 06 59,861	16 59	22 42	16 16	8 42	15 34
277,5	5 10 56,417	17 03	22 48	16 16	9 29	13 04
278,5	5 14 52,972	17 08	22 54	16 16	10 16	10 01
279,5	5 18 49,526	17 12	22 59	16 16	11 03	6 30
280,5	5 22 46,079	17 16	23 04	16 16	11 50	+ 2 37
281,5	5 26 42,631	17 21	23 08	16 16	12 39	— 1 27
282,5	5 30 39,184	17 25	23 12	16 17	13 29	5 36
283,5	5 34 35,739	17 30	23 15	16 17	14 21	9 37
284,5	5 38 32,296	17 34	23 18	16 17	15 16	13 14
285,5	5 42 28,856	17 38	23 21	16 17	16 15	16 10
286,5	5 46 25,419	17 43	23 23	16 17	17 17	18 07
287,5	5 50 21,983	17 47	23 25	16 17	18 21	18 49
288,5	5 54 18,547	17 52	23 26	16 17	19 24	18 11
289,5	5 58 15,109	17 56	23 26	16 17	20 27	16 16
290,5	6 02 11,669	18 01	23 27	16 17	21 27	13 18
291,5	6 06 08,225	18 05	23 26	16 17	22 24	9 35
292,5	6 10 04,779	18 10	23 25	16 17	23 18	5 25
293,5	6 14 01,331	18 14	23 24	16 17	0 10	— 1 05
294,5	6 17 57,884	18 18	23 22	16 17	1 01	+ 3 11
295,5	6 21 54,438	18 23	23 20	16 17	1 50	7 12
296,5	6 25 50,993	18 27	23 18	16 17	2 39	10 48
297,5	6 29 47,550	18 32	23 15	16 18	3 29	13 52
298,5	6 33 44,108	18 36	23 11	16 18	4 18	16 16
299,5	6 37 40,668	18 41	— 23 07	16 18	5 09	+ 17 54

II. A szabad szemmel látható bolygók koordinátái

Dátum	MERKUR			VÉNUSZ			MARS		
	Rektasz- cenzíója	Dekli- nációja	Lát- szó suga- ra	Rektasz- cenzíója	Dekli- nációja	Lát- szó suga- ra	Rektasz- cenzíója	Dekli- nációja	Lát- szó suga- ra
1960	h m	° ′	"	h m	° ′	"	h m	° ′	"
Jan. 1	17 38	—23 31	2,50	15 47	—17 33	8,00	17 18	—23 27	1,95
6	18 11	24 09	2,43	16 11	18 53	7,75	17 34	23 44	1,97
11	18 45	24 17	2,38	16 36	20 02	7,52	17 50	23 54	1,99
16	19 20	23 50	2,35	17 02	20 57	7,30	18 06	23 58	2,01
21	19 55	22 47	2,34	17 28	21 39	7,11	18 22	23 56	2,02
26	20 30	21 07	2,36	17 54	22 05	6,93	18 38	23 47	2,04
31	21 05	18 49	2,41	18 20	22 16	6,76	18 55	23 32	2,07
Febr. 5	21 40	15 54	2,50	18 46	22 10	6,60	19 11	23 11	2,09
10	22 14	12 24	2,64	19 13	21 48	6,45	19 27	22 44	2,11
15	22 46	8 29	2,86	19 39	21 10	6,31	19 43	22 11	2,13
20	23 14	4 32	3,20	20 05	20 16	6,18	19 59	21 31	2,16
25	23 33	— 1 09	3,69	20 31	19 18	6,06	20 15	20 46	2,18
Márc. 1	23 40	+ 0 54	4,32	20 56	17 45	5,95	20 31	19 56	2,21
6	23 34	+ 1 03	4 96	21 21	16 10	5,85	20 47	19 00	2,23
11	23 18	— 0 36	5,38	21 45	14 24	5,75	21 03	17 59	2,26
16	23 03	3 07	5,42	22 09	12 27	5,66	21 18	16 54	2,28
21	22 54	5 20	5,16	22 33	10 22	5,57	21 33	15 45	2,31
26	22 54	6 39	4,76	22 56	8 10	5,49	21 48	14 31	2,34
31	23 02	6 57	4,35	23 19	5 53	5,42	22 03	13 15	2,37
Ápr. 5	23 17	6 20	3,98	23 42	3 02	5,35	22 18	11 55	2,40
10	23 36	4 57	3,66	0 05	— 1 07	5,29	22 33	10 32	2,43
15	23 59	2 55	3,39	0 28	+ 1 19	5,23	22 47	9 07	2,46
20	0 24	— 0 19	3,16	0 50	3 44	5,17	23 02	7 41	2,49
25	0 52	+ 2 46	2,96	1 13	6 08	5,12	23 16	6 12	2,52
30	1 23	6 15	2,80	1 36	8 28	5,07	23 30	4 43	2,55
Máj. 5	1 56	10 01	2,66	1 59	10 44	5,03	23 44	3 13	2,58
10	2 33	13 57	2,57	2 22	12 54	5,00	23 59	1 42	2,62
15	3 14	17 48	2 53	2 46	14 56	4,96	0 13	— 0 12	2,65
20	3 59	21 11	2,54	3 11	16 50	4,93	0 27	+ 1 18	2,68
25	4 44	23 43	2,63	3 35	18 32	4,91	0 40	2 48	2,72
30	5 28	25 10	2,79	4 01	20 02	4,89	0 54	4 16	2,76
Jún. 5	6 16	25 31	3,06	4 32	21 33	4,87	1 11	6 00	2,80
10	6 51	24 53	3,35	4 58	22 32	4 86	1 25	7 24	2,84
15	7 20	23 39	3,70	5 24	23 15	4,85	1 39	8 46	2,88
20	7 42	22 04	4,09	5 51	23 41	4,84	1 53	10 06	2,92
25	7 58	20 21	4,53	6 18	23 50	4,85	2 06	11 23	2,96
30	8 06	+ 18 42	4,09	6 45	+ 23 41	4,85	2 20	+ 12 37	3,01

és látszólagos sugara 0^h világiidőkor

Dátum	JUPITER			SZATURNUSZ			URÁNUSZ		
	Rektasz- cenziója	Dekli- nációja	Lát- szó suga- ra	Rektasz- cenziója	Dekli- nációja	Lát- szó suga- ra	Rektasz- cenziója	Dekli- nációja	Lát- szó suga- ra
1960	h m	° ′	"	h m	° ′	"	h m	° ′	"
Jan. 1	17 11	22 28	14,77	18 41	22 34	6,75	9 33	15 20	1,94
6	17 16	22 35	14,85	18 44	22 31	6,75	9 32	15 23	1,95
11	17 20	22 40	14,94	18 46	22 29	6,76	9 31	15 27	1,95
16	17 25	22 44	15,05	18 49	22 27	6,77	9 31	15 30	1,96
21	17 29	22 48	15,17	18 51	22 24	6,78	9 30	15 34	1,96
26	17 34	22 51	15,30	18 54	22 21	6,81	9 29	15 38	1,96
31	17 38	22 54	15,44	18 56	22 18	6,82	9 28	15 42	1,97
Febr. 5	17 42	22 56	15,60	18 58	22 15	6,85	9 27	15 46	1,97
10	17 46	22 58	15,77	19 00	22 12	6,88	9 27	15 50	1,97
15	17 50	22 59	15,95	19 03	22 09	6,91	9 26	15 55	1,97
20	17 53	23 00	16,15	19 05	22 06	6,95	9 25	15 59	1,97
25	17 57	23 00	16,36	19 07	22 03	6,99	9 24	16 02	1,96
Márc. 1	18 00	23 01	16,58	19 09	22 01	7,03	9 23	16 06	1,96
6	18 03	23 01	16,82	19 10	21 58	7,08	9 22	16 10	1,96
11	18 05	23 01	17,07	19 12	21 55	7,13	9 22	16 13	1,95
16	18 08	23 00	17,32	19 13	21 53	7,18	9 21	16 16	1,95
21	18 10	23 00	17,59	19 15	21 51	7,24	9 20	16 19	1,94
26	18 11	23 00	17,87	19 16	21 49	7,29	9 20	16 21	1,94
31	18 13	22 59	18,15	19 17	21 47	7,35	9 19	16 23	1,93
Ápr. 5	18 14	22 59	18,44	19 18	21 46	7,41	9 19	16 24	1,92
10	18 15	22 59	18,74	19 18	21 44	7,48	9 19	16 26	1,91
15	18 16	22 59	19,04	19 19	21 44	7,54	9 19	16 26	1,90
20	18 16	22 59	19,33	19 19	21 43	7,60	9 18	16 27	1,90
25	18 16	22 59	19,63	19 20	21 43	7,67	9 18	16 27	1,89
30	18 15	23 00	19,91	19 20	21 43	7,73	9 18	16 26	1,88
Máj. 5	18 14	23 01	20,19	19 19	21 44	7,79	9 19	16 26	1,87
10	18 13	23 01	20,46	19 19	21 44	7,85	9 19	16 24	1,86
15	18 12	23 02	20,70	19 19	21 46	7,91	9 19	16 23	1,85
20	18 10	23 03	20,93	19 18	21 47	7,96	9 20	16 21	1,85
25	18 08	23 04	21,13	19 17	21 49	8,02	9 20	16 18	1,84
30	18 06	23 05	21,31	19 16	21 51	8,06	9 21	16 15	1,83
Jún. 5	18 03	23 05	21,48	19 15	21 54	8,12	9 21	16 12	1,82
10	18 00	23 07	21,58	19 14	21 56	8,15	9 22	16 08	1,81
15	17 57	23 07	21,65	19 12	21 59	8,19	9 23	16 04	1,81
20	17 55	23 07	21,68	19 11	22 01	8,21	9 24	16 00	1,80
25	17 52	23 07	21,67	19 09	22 04	8,23	9 25	15 56	1,80
30	17 49	23 07	21,63	19 08	22 07	8,24	9 26	15 51	1,79

II. A szabad szemmel látható bolygók koordinátái

Dátum	MERKUR			VÉNUSZ			MARS		
	Rektasz- cenzíója	Dekli- nációja	Lát- szó suga- ra	Rektasz- cenzíója	Dekli- nációja	Lát- szó suga- ra	Rektasz- cenzíója	Dekli- nációja	Lát- szó suga- ra
1960	h m	° ′	"	h m	° ′	"	h m	° ′	"
Júl. 6	8 06	+17 09	5,49	7 17	+23 07	4,86	2 37	+14 01	3,06
11	7 58	16 25	5,77	7 43	22 20	4,88	2 51	15 07	3,11
16	7 45	16 20	5,80	8 09	21 17	4,89	3 05	16 09	3,16
21	7 32	16 51	5,54	8 35	19 58	4,91	3 19	17 07	3,22
26	7 24	17 46	4,92	9 00	18 25	4,94	3 32	18 01	3,27
31	7 27	18 49	4,43	9 25	16 40	4,97	3 46	18 51	3,33
Aug. 5	7 40	19 39	3,85	9 49	14 43	5,01	4 00	19 36	3,40
10	8 04	19 53	3,35	10 13	12 36	5,05	4 13	20 17	3,46
15	8 37	19 10	2,97	10 36	10 21	5,09	4 27	20 54	3,64
20	9 15	17 21	2,71	10 59	7 59	5,14	4 40	21 26	3,61
25	9 54	14 33	2,54	11 22	5 32	5,19	4 53	21 54	3,69
30	10 32	11 04	2,46	11,45	+ 3 00	5,25	5 06	22 18	3,78
Szept. 5	11 15	6 28	2,42	12 12	— 0 04	5,33	5 22	22 42	3,89
10	11 47	+ 2 32	2,42	12 34	2 38	5,40	5 34	22 57	3,99
15	12 18	— 1 21	2,45	12 56	5 12	5,48	5 46	23 10	4,10
20	12 47	5 04	2,51	13 19	7 43	5,56	5 57	23 19	4,22
25	13 14	8 35	2,59	13 42	10 10	5,64	6 08	23 25	4,34
30	13 41	11 50	2,70	14 05	12 31	5,74	6 19	23 29	4,48
Okt. 5	14 06	14 47	2,84	14 28	14 66	5,84	6 29	23 31	4,62
10	14 30	17 20	3,02	14 52	16 51	5,94	6 39	23 32	4,78
15	14 52	19 26	3,26	15 17	18 46	6,05	6 47	23 33	4,95
20	15 10	20 56	3,58	15 42	20 30	6,17	6 55	23 33	5,13
25	15 22	21 37	3,99	16 07	21 59	6,30	7 02	23 33	5,32
30	15 22	21 08	4,47	16 33	23 14	6,44	7 09	23 35	5,53
Nov. 5	15 04	18 25	4,92	17 05	24 23	6,62	7 15	23 39	5,79
10	14 40	14 57	4,84	17 31	25 00	6,78	7 18	23 45	6,03
15	14 26	12 28	4,33	17 58	25 20	6,95	7 21	23 53	6,27
20	14 29	12 10	3,74	18 25	25 21	7,13	7 22	24 05	6,52
25	14 45	13 30	3,27	18 51	25 04	7,33	7 22	24 21	6,77
30	15 09	15 37	2,95	19 18	24 28	7,54	7 20	24 39	7,01
Dec. 5	15 36	17 54	2,72	19 44	23 35	7,77	7 16	25 00	7,23
10	16 06	20 04	2,56	20 09	22 26	8,02	7 11	25 23	7,42
15	16 38	21 55	2,46	20 34	21 01	8,28	7 05	25 47	7,58
20	17 10	23 22	2,38	20 58	19 22	8,57	6 57	26 10	7,68
25	17 44	24 20	2,34	21 21	17 32	8,88	6 49	26 31	7,71
30	18 19	—24 46	2,32	21 44	—15 30	9,23	6 40	+ 26 48	7,68

és látszólagos sugara 0^h világidőkor

Dátum	JUPITER			SZATURNUSZ			UR NUSZ		
	Rektasz- cenziója	Dekli- nációja	Lát- szó suga- ra	Rektasz- cenziója	Dekli- nációja	Lát- szó suga- ra	Rektasz- cenziója	Dekli- nációja	Lát- szó suga- ra
1960	h m	° /	"	h m	° /	"	h m	° /	"
Júl. 6	17 46	—23 07	21,53	19 06	—22 11	8,25	9 27	+15 45	1,78
11	17 43	23 07	21,40	19 04	22 14	8,25	9 28	15 40	1,78
16	17 41	23 07	21,25	19 03	22 16	8,24	9 29	15 34	1,78
21	17 39	23 07	21,06	19 01	22 19	8,23	9 30	15 29	1,77
26	17 37	23 07	20,86	19 00	22 22	8,18	9 33	15 23	1,77
31	17 36	23 07	20,63	18 58	22 24	8,18	9 33	15 17	1,77
Aug. 5	17 35	23 07	20,38	18 57	22 27	8,15	9 34	15 12	1,77
10	17 34	23 07	20,11	18 56	22 29	8,11	9 35	15 06	1,77
15	17 33	23 07	19,84	18 55	22 31	8,06	9 36	15 00	1,77
20	17 33	23 08	19,56	18 54	22 33	8,01	9 37	15 54	1,77
25	17 33	23 09	19,27	18 53	22 34	7,96	9 39	14 48	1,77
30	17 34	23 10	18,99	18 52	22 36	7,91	9 40	14 42	1,77
Szept. 5	17 34	23 11	18,65	18 52	22 37	7,84	9 41	14 35	1,77
10	17 36	23 13	18,37	18 51	22 38	7,78	9 42	14 29	1,78
15	17 37	23 14	18,09	18 51	22 39	7,72	9 44	14 23	1,78
20	17 39	23 16	17,82	18 51	22 39	7,65	9 45	14 18	1,78
25	17 41	23 18	17,56	18 52	22 39	7,59	9 46	14 13	1,79
30	17 43	23 19	17,31	18 52	22 39	7,53	9 46	14 09	1,79
Okt. 5	17 46	23 21	17,07	18 53	22 39	7,46	9 48	14 03	1,80
10	17 49	23 22	16,84	18 53	22 39	7,40	9 49	13 59	1,81
15	17 52	23 24	16,62	18 54	22 38	7,34	9 49	13 55	1,81
20	17 56	23 25	16,42	18 55	22 37	7,28	9 50	13 51	1,82
25	17 59	23 25	16,23	18 57	22 36	7,23	9 51	13 48	1,83
30	18 03	23 26	16,05	18 58	22 34	7,17	9 51	13 45	1,84
Nov. 5	18 08	23 26	15,85	19 00	22 32	7,11	9 52	13 42	1,85
10	18 12	23 25	15,70	19 02	22 30	7,07	9 52	13 40	1,85
15	18 16	23 24	15,56	19 03	22 28	7,02	9 53	13 38	1,86
20	18 21	23 23	15,44	19 05	22 25	6,98	9 53	13 37	1,87
25	18 25	23 21	15,32	19 07	22 23	6,93	9 53	13 37	1,88
30	18 30	23 18	15,23	19 09	22 20	6,91	9 53	13 36	1,89
Dec. 5	18 35	23 15	15,14	19 12	22 16	6,88	9 53	13 37	1,90
10	18 39	23 11	15,07	19 14	22 13	6,85	9 53	13 38	1,91
15	18 44	23 07	15,01	19 16	22 09	6,82	9 53	13 39	1,92
20	18 49	23 02	14,96	19 19	22 05	6,81	9 53	13 40	1,92
25	18 54	22 56	14,93	19 21	22 00	6,79	9 52	13 43	1,93
30	18 59	—22 50	14,91	19 24	—21 56	6,78	9 52	+13 45	1,94

II/a. Az öt fényes bolygó távolsága (d) és fényessége (m)
(csillagászati egységekben, illetve magnitúdókban)

Dátum	Merkur d m	Vénusz d m	Mars d m	Jupiter d m	Szaturnusz d m
Jan. 1	1,33 —0,4	1,05 —3,6	2,40 +1,7	6,22 —1,3	11,05 +0,7
16	1,42 —0,7	1,15 —3,5	2,33 +1,6	6,11 —1,4	11,02 +0,7
Febr. 1	1,38 —1,1	1,25 —3,5	2,26 +1,5	5,94 —1,4	10,92 +0,8
16	1,15 —0,9	1,34 —3,4	2,19 +1,5	5,75 —1,5	10,78 +0,8
Márc. 1	0,77 +0,9	1,41 —3,4	2,12 +1,4	5,54 —1,6	10,60 +0,8
16	0,62 +2,1	1,49 —3,3	2,05 +1,4	5,31 —1,7	10,38 +0,8
Ápr. 1	0,78 +0,8	1,56 —3,3	1,97 +1,3	5,05 —1,8	10,12 +0,8
16	1,00 +0,3	1,61 —3,3	1,90 +1,3	4,81 —1,9	9,87 +0,7
Máj. 1	1,21 —0,4	1,66 —3,3	1,83 +1,2	4,60 —2,0	9,63 +0,7
16	1,31 —1,8	1,70 —3,4	1,76 +1,2	4,43 —1,2	9,42 +0,6
Jún. 1	1,16 —0,7	1,72 —3,4	1,69 +1,1	4,30 —2,1	9,23 +0,5
16	0,89 +0,6	1,73 —3,4	1,62 +1,0	4,24 —2,2	9,10 +0,4
Júl. 1	0,66 +1,5	1,73 —3,5	1,55 +1,0	4,25 —2,2	9,04 +0,3
16	0,58 +2,9	1,72 —3,4	1,48 +0,9	4,33 —2,1	9,05 +0,3
Aug. 1	0,77 +0,5	1,69 —3,4	1,40 +0,8	4,47 —2,1	9,12 —0,4
16	1,15 —0,9	1,65 —3,3	1,32 +0,7	4,65 —2,0	9,26 +0,5
Szept. 1	1,37 —1,4	1,59 —3,3	1,23 +0,6	4,87 —1,9	9,46 +0,5
16	1,36 —0,5	1,53 —3,3	1,14 +0,4	5,10 —1,8	9,68 +0,6
Okt. 1	1,23 0,0	1,46 —3,3	1,04 +0,3	5,32 —1,7	9,92 +0,7
16	1,01 +0,1	1,38 —3,4	0,94 0,0	5,54 —1,6	10,17 +0,7
Nov. 1	0,72 +1,2	1,29 —3,4	0,83 —0,2	5,75 —1,6	10,41 +0,8
16	0,79 +0,7	1,20 —3,5	0,74 —0,5	5,92 —1,5	10,63 +0,8
Dec. 1	1,15 —0,5	1,11 —3,6	0,66 —0,9	6,04 —1,4	10,81 +0,8
16	1,37 —0,5	1,01 —3,7	0,62 —1,2	6,13	10,93

III/a. A Jupiter-holdak helyzetei

Hó- nap	Április		Május	
	A holdak a bolygó		A holdak a bolygó	
Dátum	nyugati oldalán	keleti oldalán	nyugati oldalán	keleti oldalán
	0h 30m		22h 30m	
1		.1 3. 4..2	3. 2.	.1 .4
2	3..1 4.	2.	.3 .21.	4.
3	3. 4..2	1.	.3	.1 .2 4.
4	4. .3 .1	.2	.1	2..3 4.
5	4. .3	1. 2.	2.	4. 1. .3
6	4. .2.	.3	4. .1	.2 3.
7	.4 .2 1.	3.	4.	1. 3. 2.
8	.4	.1 .23.	4. 3. 2.	
9	.4 3..1	2.	4. 3..2 1.	
10	3. 2. .4	.1	.4 .3	.1 .2
11	.3 .1	.4	.4 .1	.3 2.
12		1. 2. .4	.4 2.	1. .3
13	2.	.3 .4	.4 .1	3.
14	.2 1.	3. .4		1..4 3. 2.
15		.1 .2 3. 4.	3. 2.	.4
16	1. 3.	2. 4.	3..2 1.	.4
17	3. 2.	1. 4.	.3	.1 .2 .4
18	.3 .1	4.	1.	2. 4.
19	4.	1. .2	2.	1. .3 4.
20	4. 2.	.3	.1	3.4.
21	4. .2	1. .3		1.3.4..2
22	4.	.1.2 3.	3. 4.2.	
23	.4 1. 3.	2.	3. 4..2 1.	
24	.4 3. 2.	1.	4. .3	.1 .2
25	.4 .3 .1 .2		4. 1.	2.
26	.4 .3	1. .2	.4 2.	.1 .3
27	.1	.4 2..3	.4 .1.2	3.
28	.2	1. .4 .3	.4	.1 3..2
29		1 .2 3. .4	.4 3..1	2.
30	1.	3. 2. .4	3. .2 .4	1.
31			.3	.1 .2 .4

III/a. A Jupiter-holdak helyzetei

Hő- nap	Június		Július	
	A holdak a bolygó		A holdak a bolygó	
	nyugati oldalán	keleti oldalán	nyugati oldalán	keleti oldalán
Dátum	21 ^h		21 ^h	
1	1..3	2. .4	.4 .2 1.	.3
2	2.	.1 .3 .4	.4	.1 .2 3.
3	.2 .1	.3 .4	1.	3..42.
4		1..2 3. 4.	3.2.	1. .4
5	.1 3.	2. .4.	.3 .1.2	.4
6	3..2	1. 4.	.3	1. .2 .4
7	.3	4.		2. .4.
8	.3 4.	2.	.2	1. .3 4.
9	4. 2.	.1.3		.1 .2 3.4.
10	4. .2 1.	.3	1.	3.4.2.
11	4.	1..2 3.	3. 2. 4.	.1
12	.4 .1	3. 2.	3. 4..2 .1	
13	.4 3. 2.	1.	4..3	1..2
14	.4.3		4. .1 .3	2.
15	.4.3	1. 2.	.4 .2	1. .3
16	2.	.4.1.3	.4	3.
17	.2 1.	.4 .3	.4 1.	2.3.
18		.1 .2 3. .4	.4 2.3.	.1
19	.1	3. 2. .4	3. .2.1 4.	
20	3. 2.	1. 4.	.3	1..2.4
21	.3 .1.2	.4	.1.3	2. .4
22	.3	1. 2. 4.	2.	1. .3 .4
23	2.	.1 .3 4.		3. 4.
24	.2 1.	4. .3	1.	2.3. 4.
25	4.	.1 .2 3.	2.3.	.1 4.
26	4. .1	3. 2.	3..2 1.	4.
27	4. 3. 2.	1.	.3	4. 1..2
28	4. 3. .1.2		.3 4..1	2.
29	.4 .3	1. .2	4. 2.	1. .3
30	.4	2.	4. .2 .1	.3
31			4. 1.	2.3.

III/a. A Jupiter-holdak helyzetei

Hó- nap	Augusztus		Szeptember	
	A holdak a bolygó		A holdak a bolygó	
Dátum	nyugati oldalán	keleti oldalán	nyugati oldalán	keleti oldalán
	21h		19h	
1	.4	2.	4..3 1.	2.
2	.4 3..2 1.		4. .3 2.	.1
3	.4.3	.2.1	.4 .2 1.	.3
4	.4.3.1	2.	.4	.2 1. 3.
5	2.	.4 1..3	.4 .1	2. 3.
6	.2 .1	.4 .3	.42. 3.	1.
7		1..2 3..4	3..2 .4	
8		2.3. .4	.3 1.	.4.2
9	3..2 1.	4.	.3	2..1 .4
10	.3	.2 .1 4.	.2 1.	.3 .4
11	.3 .1	2. 4.		.1 .3 .4
12	2.	.3 1. 4.	.1	2.3. 4.
13	.2 .1	4. .3	2.	3.1. 4.
14	4.	1..23.	3. .2 .1	4.
15	4.	2.3.	.3	1.4. 2.
16	4. 3..2 1.		.3 4.	2.
17	4. 3.	.1	4..2 1.	.3
18	.4 .3 1.	2.	4.	.1 .3
19	.4 2.	1.	4. 1.	2. 3.
20	.4 .2 .1	.3	4. 2.	3. 1.
21	.4	1..2 3.	.4 3..2 .1	
22		2..43.	.4.3	1. .2
23	.2 3. .1	.4	.3.4	2.
24	3.	.4	2.1.	.4
25	.3 1.	2. .4		.1 .4.3
26	2.	.1 4.	1.	2. 3..4
27	.2 .1	.3 4.	2.	.13. .4
28		1..2 3.4.	.23..1	.4
29	.1	2.4.3.	.3	1..2 4.
30	2. 3. 4.	1.	.3 .1	2. 4.
31	3.4. .2			

III/a. A Jupiter-holdak helyzetei

Hó- nap	Október	
	A holdak a bolygó	
	nyugati oldalán	keleti oldalán
Dá- tum	18 ^b	
1	2.	1. 4.
2	.2	4. .3
3	4. 1.	2. 3.
4	4. 2.	.1 3.
5	4. .2 3 .1	
6	4. 3.	.2 1.
7	.4 .3 .1	2.
8	.4 2. .3	1.
9	.4 .2	.3
10	.4 1.	.2 3.
11		2. .4 .1 3.
12	.2 .1 3.	.4
13	3.	1. .4
14	.3 .1	2. .4
15	.32.	1. 4.
16	.2	.3 4.
17	1.	.2 3 .4.
18		2. 4 .3.
19	2. 1. 3. 4.	
20	3. 4.	.1
21	4 .3 .1	2.
22	4. .3 2.	1.
23	4. .2 .1	.3
24	.4	1. .2 .3
25	.4	2. 3.
26	.4 2 .1.	3.
27	3 .4	.1
28	.3 .1	.4 2.
29	.3 2.	1. .4
30	.2 .1	.3 .4
31		1 .2 .3 .4

A III/a és III/b táblázatokban a Jupiter 1—4, azaz a négy fényes holdjára vonatkozólag a következő adatokat találjuk:

A III/a táblázat a fejlécben közölt időpontra feltünteteti a Jupiter és holdjainak látszólagos, körülbelüli viszonylagos helyzetét. A bolygót a vékony középvonal jelképezi, a holdak helyzetét a pontok. A mozgás iránya mindig a holdak megjelölésére szolgáló szám irányába esik.

A III/b táblázatban a k vagy v betű azt adja meg, hogy az időpont a jelenség kezdetére vagy végére vonatkozik-e. A többi betű jelentése a következő: f = fogyatkozás (a Jupiter-hold fogyatkozásban van, tehát a Jupiter árnyék-kúpjába került, m = a hold a Jupiter korongja mögött (tehát nem látszik, a korong eltakarja), e = a hold a Jupiter korongja előtt (tehát a hold látszólagosan a bolygó korongján van), á = a Jupiter korongján a hold „fekete” árnyéka látható (tehát a Jupiteren napfogyatkozás van). Az időadatok mind közép-európai zónaidőt jelentenek.

III/b. A Jupiter-holdak jelenségei

Hónap	Április				Hónap	Május			
Dátum	h m		Hold	Jelenség	Dátum	h m		Hold	Jelenség
2	2 59	k	2	e	13	1 10	v	2	m
	3 01	v	2	a		2 51	k	1	f
5	2 41	v	3	m	14	0 01	k	1	a
	2 51	k	1	e		0 50	k	1	e
	3 48	v	1	a		2 14	v	1	a
6	2 25	v	1	m		3 03	v	1	e
9	3 04	k	2	a	15	0 21	v	1	m
11	2 16	v	2	m	18	0 27	v	3	m
12	3 30	k	1	a	19	23 25	k	2	f
	3 36	k	3	m	21	1 55	k	1	a
19	2 39	k	3	f		2 36	k	1	e
20	2 43	k	1	f		23 13	k	1	f
21	1 00	k	1	e	22	2 06	v	1	m
	2 04	v	1	a		23 16	v	1	e
	3 12	v	1	e	27	2 01	k	2	f
25	2 21	k	2	f	28	23 34	v	2	a
27	2 10	v	2	e	28	1 07	k	1	f
28	1 45	k	1	a	30	0 30	v	1	a
	2 49	k	1	e		1 01	v	1	e
	3 58	v	1	a	Hónap Június				
29	2 21	v	1	m	Dátum	h m		Hold	Jelenség
30	3 42	v	3	e	1	2 26	k	3	f
Hónap Május					4	23 33	k	2	a
Dátum	h m		Hold	Jelenség	5	0 17	k	2	e
4	1 58	k	2	e		2 08	v	2	a
	2 35	v	2	a		2 51	v	2	e
5	3 39	k	1	a		3 00	k	1	f
6	0 58	k	1	f	6	0 11	k	1	a
7	0 20	v	1	a		0 32	k	1	e
	0 35	k	3	a		2 25	v	1	a
	1 16	v	1	e		2 45	v	1	e
	3 26	v	3	a	7	0 01	v	1	m
11	2 36	k	2	a					

III/b. A Jupiter-holdak jelenségei

Hónap	Június				Hónap	Július			
Dátum	h m		Hold	Jelenség	Dátum	h m		Hold	Jelenség
11	23 22	v	3	a	6	1 55	k	1	e
12	0 09	v	3	e		2 18	k	1	a
	2 07	k	2	a		22 19	k	2	e
	2 31	k	2	e		23 06	k	2	a
13	2 05	k	1	a		23 09	k	1	m
	2 16	k	1	e	7	0 53	v	2	e
	23 23	k	1	f		1 18	v	3	f
	23 29	v	2	m		1 43	v	2	a
14	1 44	v	1	m		1 46	v	1	f
	22 48	v	1	a		20 21	k	1	e
	22 55	v	1	e		20 47	k	1	a
19	0 27	k	3	a		22 35	v	1	e
	0 33	k	3	e		23 01	v	1	a
20	23 08	k	2	m	14	0 02	k	3	m
21	1 15	k	1	m		0 35	k	2	e
	1 48	v	2	f		0 54	k	1	m
	22 26	k	1	e		22 07	k	1	e
	22 29	k	1	a		22 42	k	1	a
22	0 40	v	1	e	15	0 20	v	1	e
	0 43	v	1	a		0 56	v	1	a
	21 58	v	1	f		22 09	v	1	f
						22 59	v	2	f
28	1 24	k	2	m	21	23 53	k	1	e
	2 59	k	1	m	22	0 37	k	1	a
29	0 10	k	1	e		21 06	k	1	m
	0 23	k	1	a		21 26	k	2	m
	2 24	v	1	e	23	0 04	v	1	f
	2 37	v	1	a		21 19	v	1	a
	21 19	v	3	f	24	23 22	v	3	a
	21 25	k	1	m	29	1 40	k	1	e
	22 39	v	2	e		22 52	k	1	m
	23 08	v	2	a		23 47	k	2	m
	23 52	v	1	f	30	22 20	v	1	e
30	20 50	v	1	e		23 15	v	1	a
	21 06	v	1	a	31	22 44	v	2	e
						23 37	v	3	e

III/b. A Jupiter-holdak jelenségei

Hónap	Augusztus				Hónap	Szeptember			
Dátum	h m		Hold	Jelenség	Dátum	h m		Hold	Jelenség
6	21 56 22 56	k k	1 1	e a	1	19 44 19 51	k v	2 2	a e
7	20 42 22 22 22 41 23 17	k v k v	2 1 2 2	f e a e	5	20 20	k	3	a
9	20 13	v	2	f	6	20 59	k	1	m
11	21 19	v	3	f	7	19 35 20 32	k v	1 1	a e
14	20 57	k	1	m	8	19 48	k	2	e
15	20 26 21 34	v v	1 1	e a	10	20 03	v	2	f
16	22 51	v	2	f	12	19 07	k	3	e
18	20 35 22 14	v k	3 3	m f	14	20 13	k	1	e
21	22 47	k	1	m	15	19 12 20 54	v v	4 1	a f
22	20 04 21 16 22 17	k k v	1 1 1	e a e	22	19 17	k	1	m
23	20 20 20 40	k v	2 1	m f	23	18 51 20 09	v v	1 1	e a
25	19 47 21 19	v k	2 3	a m	24	19 58	k	2	m
29	19 24 21 57	v k	3 1	a e	26	19 28	v	2	a
31	19 53	v	1	a	30	18 35 19 50 20 09	k k v	1 1 3	e a m

III/b. A Jupiter-holdak jelenségei

Hónap	Október			
Dátum	h m		Hold	Jelenség
1	19 13	v	1	f
3	19 24	k	2	a
	19 33	v	2	e
9	18 28	v	1	a
10	19 36	k	2	e
11	19 30	v	3	a
16	18 10	k	1	a
	19 14	v	1	e
18	18 47	v	3	e
	19 21	k	4	e
23	18 59	k	1	e
27	18 34	v	4	f
29	17 27	v	3	f
31	18 06	k	1	m

IV. A Nap forgási tengelyének helyzete és a napkorong középpontjának heliografikus koordinátái

Dátum	P	B ₀	L ₀	Dátum	P	B ₀	L ₀
Jan. 1	+ 2,5	— 3,0	242,4	Júl. 5	— 0,9	+ 3,4	307,4
6	+ 0,1	3,6	176,5	10	+ 1,4	3,9	241,3
11	— 2,4	4,1	110,7	15	3,6	4,4	175,1
16	4,7	4,6	44,8	20	5,8	4,9	108,9
21	7,1	5,1	339,0	25	8,0	5,3	42,8
26	9,3	5,5	273,2	30	10,1	5,7	336,6
31	11,4	5,9	207,3	Aug. 4	12,0	6,0	270,5
Febr. 5	13,5	6,3	141,5	9	13,9	6,4	204,4
10	15,4	6,6	75,7	14	15,7	6,6	138,3
15	17,2	6,8	9,8	19	17,4	6,8	72,2
20	18,8	7,0	304,0	24	18,9	7,0	6,1
25	20,3	7,1	238,1	29	20,4	7,2	300,1
Márc. 2	21,9	7,2	159,1	Szept. 3	21,6	7,2	234,0
7	23,0	7,3	93,2	8	22,8	7,3	168,0
12	24,0	7,2	27,3	13	23,8	7,2	102,0
17	24,8	7,1	321,4	18	24,6	7,1	36,0
22	25,5	7,0	255,5	23	25,3	7,0	330,0
27	25,9	6,8	189,6	28	25,8	6,8	264,0
Ápr. 1	26,2	6,5	123,6	Okt. 3	26,2	6,6	198,0
6	26,4	6,2	57,7	8	26,3	6,3	132,0
11	26,3	5,9	351,7	13	26,3	6,0	66,1
16	26,0	5,5	285,6	18	26,1	5,6	0,1
21	25,6	5,1	219,6	23	25,7	5,2	294,2
26	25,0	4,6	153,6	28	25,2	4,7	228,2
Máj. 1	24,2	4,1	87,5	Nov. 2	24,4	4,2	162,3
6	23,2	3,6	21,4	7	23,4	3,7	96,4
11	22,1	3,1	315,3	12	22,2	3,1	30,5
16	20,7	2,5	249,1	17	20,9	2,5	324,6
21	19,3	1,9	183,0	22	19,3	1,9	258,5
26	17,6	1,3	116,9	27	17,6	1,3	192,7
31	15,8	0,7	50,7	Dec. 2	15,7	0,7	126,9
Jún. 5	13,9	— 0,1	344,5	7	13,7	+ 0,2	61,0
10	11,9	+ 0,5	278,3	12	11,5	— 0,6	355,1
15	9,8	1,1	212,2	17	9,3	1,2	289,2
20	7,6	1,7	146,0	22	6,9	1,9	223,3
25	5,4	2,3	79,8	27	4,6	2,5	157,5
30	— 3,1	+ 2,8	13,6	Jan. 1	+ 2,6	— 3,0	104,8

A Nap forgási tengelyének helyzetét megadó P szöget a napkorong északpontjától számítjuk; keletre pozitív, nyugatra negatív előjellel. B₀ és L₀ a napkorong középpontjának heliografikus szélességét, illetve hosszúságát jelenti.

V. A Magyarországon jól látható csillagok adatai

(A 4,00 fényrendnél fényesebb és —40° deklinációnál északabbra fekvő csillagok rektaszczenzió szerint rendezve.)

RA	D	m	Sp	RS	p	t	M	Csillag
h m	° '				"			
0 5,8	+28 49	2,15	Ao	—13	0,028	120	—0,6	α And
0 6,5	+58 52	2,42	F5	+12	73	44	+1,7	β Cas
0 10,7	+14 54	2,87	B2	+5	7	460	—2,9	γ Peg
0 16,9	—9 6	3,75	Ko	+19	14	230	—0,5	ι Cet
0 34,2	+53 37	3,72	B3	+2	5	650	—2,8	ζ Cas
0 36,6	+30 35	3,49	K2	—8	26	130	+0,6	δ And
0 37,7	+56 16	2,1—2,6	Ko	—4	14	230	—1,8	α Cas
0 41,1	—18 16	2,24	Ko	+13	57	58	+1,0	β Cet
0 46,0	+57 33	3,64	F8	+9	182	18	+4,9	η Cas
0 53,7	+60 27	1,6—3,0	Bop	—	16	200	—1,8	γ Cas
0 54,0	+38 14	3,94	A2	+8	37	90	+1,7	μ And
1 6,1	—10 27	3,60	Ko	+12	30	110	+1,0	η Cet
1 6,9	+35 21	2,37	Mo	0	43	75	+0,6	β And
1 21,5	—8 26	3,83	Ko	+17	29	110	+1,1	δ Cet
1 22,5	+59 59	2,80	A3	+7	32	100	+0,3	δ Cas
1 28,8	+15 5	3,72	G5	+15	15	220	—0,4	η Psc
1 41,7	—16 12	3,65	Ko	—16	301	11	+6,0	τ Cet
1 48,8	+89 2	2,01	F8	—13	9	360	—3,2	α UMi
1 49,0	—10 35	3,92	Ko	+9	22	150	+0,6	ζ Cet
1 49,9	+48 23	3,77	Ko	+16	19	170	+0,2	ν Per
1 50,2	+29 20	3,58	F5	—13	51	65	+2,1	α Tri
1 50,8	+63 25	3,44	B3	—8	7	460	—2,8	ε Cas
1 51,9	+20 34	2,72	A5	—3	64	50	+1,7	β Ari
1 59,4	+2 31	3,94	A2p	+7	25	130	+0,9	α Psc
2 0,8	+42 5	2,13	Ko+Ao	—13	8	400	—3,3	γ And
2 4,3	+23 14	2,00	K2	—14	44	75	+0,2	α Ari
2 6,6	+34 45	3,08	A5	+10	18	180	—0,6	β Tri
2 40,7	+3 2	3,58	A2	—11	40	80	+1,6	γ Cet
2 47,0	+27 3	3,68	B8	+4	22	150	+0,4	δ Ari
2 47,0	+55 41	3,93	Ko	—1	6	550	—2,2	η Per

V. A Magyarországon jól látható csillagok adatai

(A 4,00 fényren dnél fényesebb és — 40° deklinációnál északabbra fekvő csillagok rektaszcenzió szerint rendezve.)

RA	D	m	Sp	RS	P	t	M	Csillag
h m	° '							
2 59,7	+ 3 54	2,82	M2	—25	13	250	—1,4	α Cet
3 1,2	+53 19	3,08	F5+A3	+ 1	16	200	—0,9	γ Per
3 4,9	+40 46	2,2—3,5	B8	+ 6	31	110	—0,3	β Per
3 9,9	—29 11	3,95	F8	—21	72	46	+3,2	α For
3 17,3	—21 56	3,95	M3	+42	9	360	—1,2	τ^4 Eri
3 20,7	+49 41	1,80	F5	— 2	12	270	—2,8	α Per
3 22,1	+ 8 51	3,80	G5	—21	14	230	—0,5	σ Tau
3 24,5	+ 9 34	3,75	B8	var.	17	190	0,0	ξ Tau
3 30,6	— 9 38	3,81	Ko	+15	305	11	+6,2	ε Eri
3 39,4	+47 38	3,10	B5	—10	12	270	—1,5	δ Per
3 40,9	— 9 56	3,72	Ko	— 7	112	29	+4,0	δ Eri
3 41,2	+32 8	3,94	B1	+18	8	400	—1,6	σ Per
3 41,8	+42 25	3,93	F5	—12	15	220	—0,2	ν Per
3 41,9	+23 57	3,81	B5p	+12	16	200	—0,2	17 Tau
3 44,5	+23 57	2,96	B5p	+10	17	190	—0,8	η Tau
3 46,2	+23 54	3,80	B8	+ 9	11	300	—1,0	27 Tau
3 51,0	+31 44	2,91	B1	+21	8	400	—2,6	ξ Per
3 54,5	+39 52	2,96	B1	— 6	5	650	—3,5	ε Per
3 55,7	—13 39	3,19	K5	+62	14	230	—1,1	γ Eri
4 0,5	+ 5 51	3,94	Ao	— 5	26	130	+1,0	ν Tau
4 16,0	—33 55	3,59	B9	+18	18	180	—0,1	41 Eri
4 16,9	+15 31	3,86	Ko	+38	23	140	+0,7	γ Tau
4 20,0	+17 26	3,93	Jo	+38	19	170	+0,3	δ Tau
4 25,7	+19 4	3,63	Ko	+39	25	130	+0,6	ε Tau
4 25,8	+15 46	3,62	Fo	+43	26	125	+0,7	δ^2 Tau
4 33,0	+16 25	0,85	K5	+54	51	65	—0,6	α Tau
4 33,6	—30 40	3,88	Ko	— 4	11	300	—0,9	δ^2 Eri
4 35,9	—14,24	3,98	Ko	+42	32	100	+1,5	53 Eri
4 47,1	+ 6 53	3,31	F8	+24	128	25	+3,8	π^3 Ori
4 48,5	+ 5,31	3,78	B3	+23	5	650	—2,7	π^4 Ori

V. A Magyarországon jól látható csillagok adatai

(A 4,00 fényrendnél fényesebb és — 40° deklinációnál északabbra fekvő csillagok rektaszczenzió szerint rendezve.)

RA	D	m	Sp	RS	p	t	M	Csillag
h m	° '				"			
4 51,6	+ 2 22	3,87	B3	+23	5	650	—2,6	π^5 Ori
4 53,7	+33 5	2,90	K2	+17	20	160	—0,6	ϵ Aur
4 58,4	+43 45	3,03	F5p	— 3	7	460	—2,7	ϵ Aur
4 59,0	+41 0	3,94	Ko+B1	+11	8	400	—1,6	ζ Aur
5 3,0	+41 10	3,28	B3	+ 8	13	250	—1,1	η Aur
5 3,3	—22 26	3 29	K5	+ 1	15	220	—0,8	ϵ Lep
5 5,4	— 5 9	2,92	A3	— 9	39	85	—0,9	β Eri
5 10,7	—16 16	3,30	Aop	+28	21	160	—0,1	μ Lep
5 12,1	— 8 15	0,15	B8p	+24	6	550	—6,0	β Ori
5 13,0	+45 57	0,09	Go	+30	71	46	—0,7	α Aur
5 15,2	— 6 54	3,68	B5	+20	8	400	—1,8	τ Ori
5 21,8	— 2 26	3,44	B1	+20	6	550	—2,7	η Ori
5 22,4	+ 6 18	1,64	B2	+18	14	230	—2,6	γ Ori
5 23,1	+28 34	1,65	B8	+ 8	25	130	—1,4	β Tau
5 26,1	—20 48	2,96	Go	—14	16	200	—1,0	β Lep
5 29,4	—35 30	3,92	Ko	— 5	13	250	—0,5	ϵ Col
5 29,5	— 0 20	2,46	Bo	+20	5	650	—4,0	δ Ori
5 30,5	—17 51	2,69	Fo	+24	11	300	—2,1	α Lep
5 32,4	+ 9 54	3,49	Oe5	+33	4	800	—3,5	λ Ori
5 33,0	— 5 56	2,87	Oe5	+22	21	160	—0,5	ι Ori
5 33,7	— 1 14	1,70	Bo	+26	7	460	—4,1	ϵ Ori
5 34,7	+21 7	3,00	B3p	var.	9	360	—2,2	ζ Tau
5 36,1	— 2 38	3,78	Bo	+28	4	800	—3,2	σ Ori
5 37,8	—34 6	2,75	B5p	+35	22	150	—0,6	α Col
5 38,1	— 1 58	1,72	Bo	+16	8	400	—3,7	ζ Ori
5 42,4	—22 28	3,80	F8	—10	122	27	+4,2	γ Lep
5 44,7	—14 50	3,67	A2	+20	38	85	+1,7	ζ Lep
5 45,4	— 9 41	2,20	Bo	+20	6	550	—3,9	κ Ori
5 49,2	—20 23	3,90	Ko	+100	27	120	+1,1	δ Lep
5 49,2	—35 47	3,22	Ko	+89	27	120	+0,4	β Col

V. A Magyarországon jól látható csillagok adatai

(A 4,00 fényrendnél fényesebb és — 40° deklinációnál északabbra fekvő csillagok rektaszcenzió szerint rendezve.)

RA	D	m	Sp	RS	p	t	M	Csillag
h m	° '				"			
5 52,5	+ 7 24	0,1—1,2	M2	+21	11	300	—3,9	α Ori
5 54,1	—14 11	3,77	Fo	— 2	63	52	+2,8	η Lep
5 55,4	+54 17	3,88	Ko	+ 9	22	150	+0,6	δ Aur
5 55,9	+44,57	1,90	Aop	—18	39	85	—0,1	β Aur
5 56,3	+37 13	2,71	Aop	+29	25	130	—0,3	ϑ Aur
6 11,9	+22 32	3,1—3,9	M3	+21	13	250	—0,9	η Gem
6 16,9	+22 32	3 19	M3	—55	16	200	—0,8	μ Gem
6 18,4	—30 2	3,10	B3	—33	13	250	—1,3	ζ CMa
6 20,3	—33 24	3,98	G5	— 3	18	180	+0,2	δ Co
6 20,5	—17 56	1,97	B1	+33	11	300	—2,8	β CMa
6 26,4	— 7 0	3,94	B2	+22	7	460	—1,9	β Mon
6 34,8	+16 27	1,93	Ao	var.	42	80	0,0	λ Gem
6 40,9	+25 11	3,18	G5	+10	9	360	—2,0	ε Gem
6 42,5	+12 57	3,40	F5	+26	49	65	+1,9	ε Gem
6 42,9	—16 39	1,43	Ao	— 8	373	87	+1,4	α CMa
6 48,0	—32 27	3,78	B2p	+14	6	550	—2,3	κ CMa
6 49,5	+34 1	3,64	A2	+21	24	140	+0,5	ϑ Gem
6 56,7	—28 54	1,78	B1	+27	10	330	—3,2	ε CMa
6 59,7	—27 52	3,68	K5	+22	11	300	—1,1	σ CMa
7 0,9	—23 46	3 12	B5p	+49	7	460	—2,7	σ CMa
7 6,4	—26 19	1,84	F8p	+34	5	650	—4,7	δ CMa
7 12,8	—26 41	3,83	B3p	+26	8	400	—1,7	ω CMa
7 15,2	+16 38	3,65	A2	—12	43	75	+1,8	λ Gem
7 15,4	—37 0	2,74	K5	+16	14	230	—1,6	π Pup
7 17,1	+22 5	3,51	Fo	+ 2	56	58	+2,2	δ Gem
7 22,1	—29 12	2,43	B5p	+40	12	270	—2,2	η CMa
7 22,6	+27 54	3,89	Ko	+ 9	26	130	+1,0	ι Gem
7 24,4	+ 8 23	3,09	B8	+23	24	140	0,0	β CMi
7 31,4	+32 0	1,59	Ao	+ 3	70	46	+0,8	α Gem
7 36,7	+ 5 21	0,37	F5	— 3	291	11	+2,7	α CMi

V. A Magyarországon jól látható csillagok adatai

(A 4,00 fényrendnél fényesebb és — 40° deklinációnál északabbra fekvő csillagok rektaszczenzió szerint rendezve.)

RA	D	m	Sp	RS	P	t	M	Csillag
h m	° '				"			
7 36,7	—26 41	3,81	B3+B8	+28	9	360	—2,1	k Pup
7 41,4	+24 31	3,68	G5	+20	23	140	+0,5	x Gem
7 42,3	+28 9	1,16	Ko	+ 4	100	33	+1,2	β Gem
7 43,5	—37 51	3,72	K5	+17	1	3000	—6,3	c Pup
7 47,2	—24 44	3,47	Gop	+ 4	5	650	—3,0	ζ Pup
8 1,8	—39 52	2,27	O8	—24	4	800	—4,7	ζ Pup
8 5,4	—24 10	2,88	F5	+47	23	140	—0,4	ζ Pup
8 13,8	+ 9,20	3,76	K2	+22	15	220	—0,3	β Cnc
8 23,2	— 3 45	3,95	Ao	+11	21	160	+0,6	c Hya
8 26,1	+60 53	3,47	Go	+20	12	270	—1,1	o UMa
8 41,6	—33 0	3,70	B2	+16	7	460	—2,1	α Pyx
8 44,1	+ 6 37	3,48	F8	+35	24	140	+0,4	ε Hya
8 52,8	+ 6 8	3,30	Ko	+23	26	130	+0,4	ζ Hya
8 55,8	+48 14	3,12	A5	+13	66	50	+2,2	i UMa
9 0,2	+47 21	3,68	Ao	+ 4	14	230	—0,6	x UMa
9 11,8	+ 2 32	3,84	Ao	var.	22	150	+0,5	δ Hya
9 15,8	+37 2	3,82	A2	+ 2	30	110	+1,2	38 Lyn
9 18,0	+34 36	3,30	K5	+38	19	170	—0,3	40 Lyn
9 25,1	— 8 26	1,98	K2	— 4	16	200	—2,0	α Hya
9 27,6	+63 17	3,75	Fo	— 9	38	85	+1,6	23 UMa
9 29,5	+51 54	3,26	F8	+15	58	56	+2,1	δ UMa
9 38,5	+10 7	3,76	A3+F5	+27	19	170	+0,2	o Leo
9 43,0	+24 0	3,12	Gop	+ 5	10	330	—1,9	ε Leo
9 47,5	+59 17	3,89	Fo	+30	35	95	+1,6	v UMa
10 4,6	+17 0	3,58	Aop	+ 2	04	800	—3,4	η Leo
10 5,7	+12 13	1,36	B8	+ 2	42	80	—0,5	α Leo
10 8,1	—12 6	3,83	Ko	+19	16	200	—0,2	λ ² Hya
10 13,9	+23 40	3,65	Fo	—19	18	180	0,0	ζ Leo
10 14,1	+43,10	3,52	A2	+19	31	110	+1,0	λ UMa
10 17,2	+20 6	2,06	Ko	—36	20	160	—1,2	γ Leo

V. A Magyarországon jól látható csillagok adatai

(A 4,00 fényrendnél fényesebb és — 40° deklinációnál északabbra fekvő csillagok rektaszenczió szerint rendezve).

RA		D	m	Sp	RS	P	t	M	Csillag
h	m	°	'			"			
10	19,4	+41 45	3,21	K5	—18	32	100	+0,7	μ UMa
10	30,2	+ 9 34	3,85	Bop	+42	4	800	—3,2	ϱ Leo
10	47,2	—15 56	3,32	Ko	— 1	26	130	+0,4	ν Hya
10	50,5	+34 29	3,92	Ko	+16	32	100	+1,4	46 LMi
10	58,8	+56 39	2,44	Ao	—12	43	75	+0,6	β UMa
11	0,7	+62 1	1,80	Ko	— 9	31	110	—0,7	α UMq
11	6,9	+44 46	3,15	Ko	— 4	35	95	—0,8	κ UMa
11	11,5	+20 48	2,58	A3	—22	51	65	+1,1	δ Leo
11	11,6	+15 42	3,41	Ao	+ 8	23	140	+0,2	ϑ Leo
11	15,5	+31 49	3,86	Go	—16	138	24	+4,6	ξ UMa
11	15,8	+33 22	3,71	Ko	— 8	12	270	—0,9	ν UMa
11	16,8	—14 30	3,82	Ko	— 5	25	130	+0,8	δ Crt
11	30,5	—31,35	3,72	G5	— 5	20	160	+0,2	ξ Hya
11	43,4	+48 3	3,85	Ko	— 9	18	180	—0,2	z UMa
11	46,5	+14 51	2,23	A2	— 1	77	42	+1,6	β Leo
11	48,1	+ 2 3	3,80	F8	+ 5	101	32	+3,8	β Vir
11	51,2	+53 58	2,54	Ao	—11	37	90	+0,3	γ UMa
12	7,5	—22 21	3,21	Ko	+ 5	29	110	+0,5	ε Cor
12	13,0	+57 19	3,44	A2	—13	43	75	+1,6	δ UMa
12	13,2	—17 16	2,78	B8	— 4	24	140	—0,3	γ Cor
12	27,3	—16 14	3,11	Ao	+ 8	24	140	0,0	δ Cor
12	31,4	+70 4	3,88	B5p	—11	11	300	—0,9	κ Dra
12	31,8	—23 7	2,84	G5	— 8	27	120	0,0	β Cor
12	39,0	— 1 11	2,90	Fo	—20	95	34	+2,8	γ Vir
12	51,8	+56 14	1,78	Aop	—12	67	48	+0,9	ε UMa
12	53,1	+ 3,40	3,66	M3	—18	18	180	0,0	δ Vir
12	53,7	+38 35	2,90	Aop	— 3	24	140	—0,3	α CVn
12	59,5	+11 4	2,95	Ko	—14	36	90	+0,8	ε Vir
13	16,2	—22 54	3,33	G5	— 5	25	130	+0,3	γ Hya
13	17,8	—36 27	2,91	A2	0	49	65	+1,4	ι Cen

V. A Magyarországon jól látható csillagok adatai

(A 4,00 fényrendnél fényesebb és — 40° deklinációnál északabbra fekvő csillagok rektaszczenzió szerint rendezve.)

RA		D	m	Sp	RS	p	t	M	Csillag
h	m	° ' "							
13	21,9	+55 11	2,17	A2	—10	0,042	80	+0,3	ξ UMa
13	22,6	—10 54	1,00	B2	+ 2	17	190	—2,8	α Vir
13	28,1	—39 9	3,96	Ko	— 3	6	550	—2,1	d Cen
13	32,1	— 0 20	3,44	A2	—14	33	100	+1,0	ζ Vir
13	45,6	+49 34	1,87	B3	—11	17	190	—2,0	η UMa
13	52,3	+18 39	2,80	Go	0	101	32	+2,8	η Boo
14	3,0	+64 37	3,64	Aop	—16	15	220	—0,5	α Dra
14	3,5	—26 27	3,48	Ko	+27	37	90	+1,3	π Hya
14	3,7	—36 7	2,26	Ko	+ 1	58	56	+1,1	θ Cen
14	13,4	+19 27	0,06	Ko	— 4	87	38	—0,4	α Boo
14	29,7	+30 35	3,78	Ko	—14	23	140	+0,6	ρ Boo
14	30,1	+38 32	3,00	Fo	—36	20	160	—0,5	γ Boo
14	38,8	+13 56	3,86	A2	— 5	14	230	—0,4	ζ Boo
14	40,4	— 5,27	3,95	F5	+ 5	46	70	+2,2	μ Vir
14	42,8	+27 17	2,59	Ko+ Ao	—16	15	220	—1,5	ε Boo
14	43,7	+ 2 6	3,76	Ao	— 6	30	110	+1,2	109 Vir
14	48,1	—15 50	2,90	A3	—10	53	60	+1,5	α Lib
14	50,8	+74 22	2,02	K5	+17	23	120	—0,7	β UMi
15	0,1	+40,35	3,63	G5	—20	24	140	+0,5	β Boo
15	1,1	—25, 5	3,41	M2	— 4	24	140	+1,2	σ Lib
15	13,5	+33 30	3,54	Ko	—12	28	120	+0,7	δ Boo
15	14,3	— 9 12	2,74	B8	—37	20	160	—0,8	β Lib
15	18,6	—36 5	3,59	K5	—29	12	270	—1,0	γ Lup
15	20,8	+72 1	3,14	A2	var.	18	180	—0,6	γ UMi
15	23,8	+59 8	3,47	Ko	—10	32	100	—1,0	ι Dra
15	25,8	+29 17	3,72	Fop	—21	32	100	+1,2	β CrB
15	32,4	+10 42	3,85	Fo	—40	19	170	+0,2	δ Ser
15	32,6	+26 53	2,31	Ao	+ 3	49	65	+0,8	α CrB
15	34,0	—27 58	3,78	K2	—25	24	140	+0,7	ν Lib
15	35,6	—29 37	3,80	B3	0	17	100	0,0	τ Lib

V. A Magyarországon jól látható csillagok adatai

(A 4,00 fényrendnél fényesebb és — 40° deklinációnál északabbra fekvő csillagok
rektaszcenzió szerint rendezve.)

RA	D	m	Sp	RS	p	t	M	Csillag
h m	° '				"			
15 40,6	+26 27	3,93	Ao	—10	0,023	140	+0,7	γ CrB
15 41,8	+ 6 35	2,75	Ko	+ 3	44	75	+1,0	α Ser
15 43,9	+15 35	3,74	A2	— 2	27	120	+0,9	β Ser
15 47,0	— 3 17	3,63	Ao	—10	17	190	—0,2	μ Ser
15 48,3	+ 4 38	3,75	A2	— 9	38	85	+0,6	ε Ser
15 54,1	+15 49	3,86	F5	+ 7	79	42	+3,4	γ Ser
15 55,8	—25 58	3,00	B2	— 3	12	270	—1,6	π Scr
15 56,8	—38 15	3,61	B3	+ 7	9	360	—1,6	η Lup
15 57,4	—22,29	2,54	Bo	—16	11	300	—2,3	δ Scr
16 2,5	—19,40	2,76	B1	— 6	8	400	—2,7	β Scr
16 11,7	— 3 34	3,03	Mo	—20	31	110	+0,5	δ Oph
16 15,7	— 4 34	3,34	Ko	—10	33	100	+0,9	ε Oph
16 18,1	—25 28	3,08	B1	var.	9	360	—2,1	σ Scr
16 18,2	+46 26	3,91	B5	—14	12	270	—0,7	τ Her
16 19,7	+19 16	3,79	Fo	var.	23	140	+0,6	γ Her
16 23,3	+61 38	2,89	G5	—14	33	100	+0,5	η Dra
16 26,3	—26 19	0,98	Ma+A3	— 3	14	230	—3,3	α Ser
16 28,1	+21,36	2,81	Ko	—26	18	108	—0,9	β Her
16 28,3	+ 2 5	3,85	Ao	—16	17	190	0,0	λ Opz
16 32,8	—28 7	2,91	Bo	+ 1	9	360	—2,3	τ Scr
16 34,4	—10 28	2,70	Bo	—19	6	550	—3,4	ζ Oph
16 39,3	+31 41	3,00	Go	—71	110	30	+3,2	ζ Her
16 41,2	+39 1	3,61	Ko	+ 8	48	70	+2,0	η Her
16 46,9	—34 12	2,36	Ko	— 2	47	70	+0,8	ε Scr
16 48,5	—37 58	3,1—3,4	B3p	var.	11	300	—1,7	μ^1 Scr
16 48,9	—37 56	3,64	B2	+ 2	7	460	—2,2	μ^2 Scr
16 55,3	+ 9 27	3,42	Ko	—56	24	140	—0,3	κ Oph
16 58,4	+31 0	3,92	Ao	—25	23	140	+0,7	ε Her
17 7,5	—15 40	2,63	A2	— 1	42	80	+0,7	η Oph
17 8,6	+65 47	3,22	B5	—14	22	150	—0,1	ζ Dra

V. A Magyarországon jól látható csillagok adatai

(A 4,00 fényrendnél fényesebb és -40° deklinációnál északabbra fekvő csillagok rektaszczenzió szerint rendezve.)

RA	D	m	Sp	RS	p	t	M	Csillag
h m	° '				"			
17 12,4	+14,27	3,1—3,9	M5+G	—33	0,006	550	—2,8	α Her
17 13,0	+24 54	3,16	A2	—39	31	110	+0,7	δ Her
17 13,3	+36 52	3,36	K5	—26	19	170	—0,2	π Her
17 18,9	—24 57	3,37	B3	var.	8	400	—2,1	ϑ Oph
17 27,4	—37 15	2,80	B3	+18	10	330	—2,2	ν Scr
17 29,3	+52 20	2,99	G0	—20	9	360	—2,2	β Dra
17 30,2	—37 4	1,62	B2	var.	16	200	—2,4	λ Scr
17 32,6	+12 36	2,14	A5	+15	49	65	+0,6	α Oph
17 34,7	—15 22	3,64	A5	—43	31	110	+1,1	ξ Ser
17 38,1	+46 2	3,79	B3	—22	5	650	—2,7	ι Her
17 39,0	—39 0	2,51	B2	—10	9	360	—2,7	κ Scr
17 41,0	+4 35	2,94	K0	—12	28	120	+0,1	β Oph
17 44,5	+27 45	3,48	G5	—16	109	30	+3,7	μ Her
17 45,4	+2 43	3,74	A0	—5	32	100	+1,2	γ Oph
17 46,5	—37 2	3,25	K2	+25	27	120	+0,4	G Scr
17 52,5	+56 53	3,90	K0	—26	31	110	+1,4	ξ Dra
17 54,5	+37,11	3,99	K0	—28	8	400	—1,5	ϑ Her
17 55,4	+51 30	2,42	K5	—27	22	150	—0,9	γ Dra
17 55,8	+29 15	3,82	K0	—2	20	160	—0,3	ξ Her
17 56,3	—9 46	3,50	K0	+12	17	190	—0,3	ν Oph
17 58,1	+2 56	3,92	B5p	—4	4	800	—3,1	67 Oph
18 2,6	—30,36	3,07	K0	+22	29	110	+0,4	γ Sgr
18 5,0	+9 33	3,73	A3	—24	40	80	+1,7	72 Oph
18 5,6	+28,45	3,83	A0	—29	13	250	—0,6	o Her
18 14,2	—36 47	3,16	M4	0	24	140	+0,1	η Sgr
18 17,8	—29 51	2,84	K0	—20	32	100	+0,3	δ Sgr
18 18,7	—2 55	3,42	K0	+9	48	70	+1,8	η Ser
18 20,9	—34,25	1,82	A0	—11	20	160	—1,7	ε Sgr
18 21,6	+21 45	3,92	K0	—57	22	150	+0,6	109 Her
18 22,0	+72 43	3,69	F8	+33	119	27	+4,1	κ Dra

V. A Magyarországon jól látható csillagok adatai

(A 4,00 fényrendnél fényesebb és — 40° deklinációnál északabbra fekvő csillagok rektaszenció szerint rendezve.)

RA		D	m	Sp	RS	P	t	M	Csillag
h	m	° ' "				"			
18	24,9	—25 27	2,94	Ko	—43	0,036	90	+0,7	λ Sgr
18	35,2	+38 44	0,04	Ao	—14	121	27	+0,4	α Lyr
18	42,5	—27 3	3,30	B8	+22	15	220	—0,8	φ Sgr
18	42,7	+39 34	3,84	A3	—33	16	200	+1,4	ε^1 Lyr
18	42,7	+39 34		A5				+1,2	ε^2 Lyr
18	52,2	—26 22	2,14	B3	—11	21	160	—1,3	σ Sgr
18	54,7	—21 10	3,61	Ko	—20	14	230	—0,7	ξ Sgr
18	57,1	+32 37	3,30	Aop	—22	15	220	—0,8	γ Lyr
18	59,4	—29 57	2,71	A2	+22	32	100	+0,2	ζ Sgr
19	1,7	—21 49	3,90	Ko	+25	30	110	+1,3	\circ Sgr
19	3,1	+13 47	3,02	Ao	—25	38	85	+0,9	ξ Aql
19	3,8	—27 45	3,42	Ko	+45	37	90	+1,2	τ Sgr
19	3,6	—4 58	3,55	B9	—14	26	130	+0,7	λ Aql
19	6,8	—21 6	3,02	F2	—10	19	170	—0,6	π Sgr
19	12,5	+67 34	3,24	Ko	—25	27	120	+0,4	δ Dra
19	15,9	+53 17	3,98	Ko	—29	22	150	+0,7	κ Cyg
19	18,8	—17 57	3,95	A5	+1	40	80	+2,0	ξ^1 Sgr
19	23,0	+3 1	3,44	Fo	—32	59	56	+2,3	δ Aql
19	28,4	+51 37	3,94	A2	—18	16	200	—0,1	ι Cyg
19	28,7	+27 51	3,10	Ko+Ao	—24	8	400	—2,3	β Cyg
19	43,4	+45 0	2,97	Ao	—19	22	150	—0,3	δ Cyg
19	43,9	+10 29	2,80	K2	—2	18	180	—0,9	γ Aql
19	45,2	+18 25	3,78	Ma+Ao	+3	8	400	—1,7	δ Sge
19	48,3	+8 44	0,80	A5	—27	208	16	+2,4	α Aql
19	48,4	+70 8	3,99	Ko	+3	13	250	—0,4	ε Dra
19	52,9	+6 17	3,90	Ko	—40	77	42	+3,3	β Aql
19	56,5	+19 21	3,71	K5	—33	17	190	—0,1	γ Sge
20	8,7	—0 58	3,37	Ao	—29	13	250	—1,0	ϑ Aql
20	12,1	+46 35	3,95	Ko	—3	5	650	—2,6	\circ^1 Cyg
20	15,3	—12 42	3,77	G5	0	28	120	+1,0	α^2 Cap

V. A Magyarországon jól látható csillagok adatai

(A 4,00 fényrendnél fényesebb és — 40° deklinációnál északabbra fekvő csillagok rektaszczenzió szerint rendezve.)

RA	D	m	Sp	RS	p	t	M	Csillag
h m	° '				"			
20 18,2	— 14 56	3,25	Go+ Ao	— 19	0,013	250	— 1,0	β Cap
20 20,4	+ 40 6	2,32	F8p	— 8	7	460	— 3,5	γ Cyg
20 30,8	+ 11 8	3,98	B5	— 18	12	270	— 0,6	Del
20 35,2	+ 14,25	3,72	F5	— 23	32	95	+ 1,4	β Del
20 37,3	+ 15,44	3,86	B8	— 7	12	270	— 0,7	α Del
20 39,7	+ 45 6	1,26	A2p	var.	5	650	— 5,2	α Cyg
20 44,2	+ 33 47	2,64	Ko	— 10	39	85	+ 0,6	ε Cyg
20 44,3	+ 61 39	3,59	Ko	— 87	70	46	+ 2,8	η Cep
20 45,0	— 9 41	3,83	Ao	— 17	19	170	+ 0,2	ε Agr
21 3,1	+ 43 44	3,92	K5	— 20	6	550	— 2,2	ξ Cyg
21 10,8	+ 30 1	3,40	Ko	+ 17	17	190	— 0,4	ζ Cyg
21 12,8	+ 37 49	3,82	Fo	— 22	48	70	+ 2,2	τ Cyg
21 17,4	+ 62 22	2,60	A5	— 12	77	42	+ 2,0	α Cep
21 23,8	— 22 38	3,86	G5p	+ 3	6	550	— 2,2	ζ Cap
21 28,0	+ 70 20	3,32	B1	— 18	6	550	— 2,8	β Cep
21 28,9	— 5 48	3,07	Go	+ 6	6	550	— 3,0	β Aqr
21 37,3	— 16 53	3,80	Fop	— 31	30	110	+ 1,2	γ Cap
21 41,7	+ 9 39	2,54	Ko	+ 5	13	250	— 1,9	ε Peg
21 44,3	— 16 21	2,98	A5	— 5	63	52	+ 2,0	δ Cap
21 50,9	— 37 36	3,16	B8	— 2	20	160	— 0,3	γ Gru
22 3,2	— 0 34	3,19	Go	+ 7	7	460	— 2,6	α Aqr
22 4,7	+ 25 6	3,96	F5	— 4	77	42	+ 3,4	ι Peg
22 7,7	+ 5,57	3,70	A2	— 6	40	80	+ 1,7	δ Peg
22 9,1	+ 57 57	3,62	Ko	— 18	15	220	— 0,5	ζ Cep
22 19,1	— 1 38	3,97	Ao	— 13	38	85	+ 1,9	γ Aqr
22 26,2	— 0 17	3,75	F2	+ 27	23	140	+ 0,6	ζ Aqr
22 29,2	+ 50 1	3,85	Ao	— 7	36	90	+ 1,6	α Lac
22 39,0	+ 10 34	3,61	B8	+ 7	18	180	— 0,1	ζ Peg
22 40,7	+ 29 58	3,10	Go	+ 4	14	230	— 1,2	η Peg
22 47,6	+ 24 20	3,67	Ko	+ 14	31	110	+ 1,2	μ Peg

V. A Magyarországon jól látható csillagok adatai

(A 4,00 fényrendnél fényesebb és — 40° deklinációnál északabbra fekvő csillagok rektaszcenzió szerint rendezve.)

RA		D	m	Sp	RS	p	t	M	Csillag
h	m	°	'			"			
22	47,9	+65 56	3,68	Ko	—12	0,035	95	+1,4	τ Cep
22	50,0	— 7 51	3,84	M2	— 9	14	230	—0,5	λ Aqr
22	52,0	—16 5	3,51	A2	+18	42	80	+1,6	δ Aqr
22	54,9	—29 53	1,16	A3	+ 6	135	24	+1,8	α PsA
22	59,6	+42 3	3,63	B5	—14	10	330	—1,4	σ And
23	1,3	+27 49	2,61	M2	+10	18	180	—1,1	β Peg
23	2,3	+14 56	2,57	Ao	— 4	33	100	+0,2	α Peg
23	6,8	—21 27	3,80	Ko	+21	14	230	—0,5	ϵ Aqr
23	14,6	+ 3 1	3,85	Ko	—14	26	130	+1,0	γ Psc
23	37,3	+77 21	3,42	Ko	—42	65	50	+2,5	γ Cep

Jelölések : RA = rektaszcenzió, D = deklináció (a pozíciók 1950,0 epochára vonatkoznak); m = vizuális látszólagos fényesség; Sp = Harvard-spektráltípus; RS = radiális sebesség, km/sec-ben (+ távolodást, — közeledést jelent); p = paralaxis; t = távolság fényévekben, M = vizuális abszolút fényesség (magnitúdókban, azaz csillagászati fényrendekben).

VI. A Sarkesillag zenittávolsága és azimutja Budapesten

Helyi csillagidő	z	A	A táblázat zenittávolság (z) és azimut (A) adatai 47,5 földrajzi szélességen az évi átlagértékeket adják meg. (Az év folyamán mintegy $\pm 1'$ eltérések fordulhatnak elő.) A Poláris nyugatra akkor van, ha azimutja negatív.
h	° '	° '	
0	41 41	+0 41	
1	36	0 21	
2	35	—0 1	
3	37	0 23	
4	43	0 43	
5	52	1 0	
6	42 03	1 12	
7	17	1 20	
8	31	1 22	
9	45	1 18	
10	59	1 10	
11	43 10	0 57	
12	19	0 39	
13	23	0 20	
14	25	+0 1	
15	22	0 22	
16	17	0 41	
17	08	0 58	
18	42 57	1 11	
19	43	1 19	
20	29	1 22	
21	15	1 20	
22	01	1 11	
23	41 50	+0 58	

VII. Évi precesszió

Rektaszcenzióban

D RA	-20°	0°	+20°	+40°	+60°	+80°	D RA
0 ^h	3*,1	3*,1	3*,1	3*,1	3*,1	3*,1	12 ^h
2	2,9	3,1	3,3	3,6	4,2	6,9	10
4	2,7	3,1	3,5	4,0	5,1	9,6	8
6	2,6	3,1	3,6	4,2	5,4	10,6	6
12	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	24
14	3,3	3,1	2,8	2,5	1,9	-0,7	22
16	3,5	3,1	2,7	2,1	1,1	-3,5	20
18	3,6	3,1	3,6	2,0	0,8	-4,5	18

Deklinációban

0 ^h	+ 0,33	24 ^h
2	0,29	22
4	+ 0,17	20
6	0,00	18
8	- 0,17	16
10	0,29	14
12	- 0,33	12

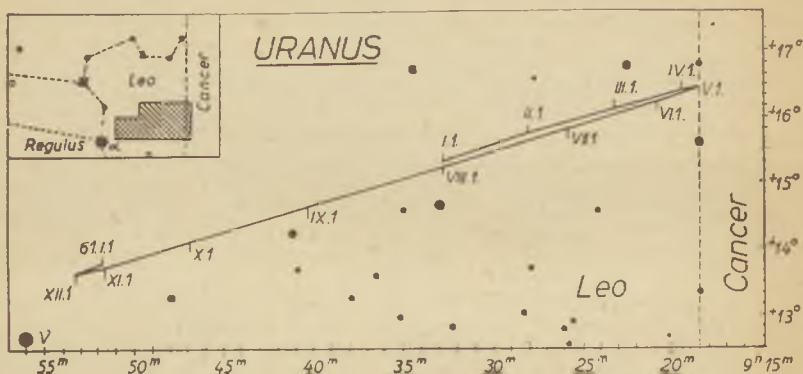
VIII. Refrakció és extinkció

Zenit- távolság (látszólagos)	REFRAKCIÓ				EXTINKCIÓ (magnitúdóban)
	760 mm légnymásnál 0° C hőmérsékleten	Refrakció különbség			
		0° és 20° C között 760 mm légnymásnál	760 és 750 mm légnymás között 0° hőmérsékleten		
0°	0'	0''	0''	0''	0,00
5		5	0	0	00
10		10	1	0	00
15		16	1	0	00
20		22	2	0	01
25		28	2	0	02
30		35	3	1	03
35		42	3	1	04
40		50	4	1	06
45	1	0	5	1	09
50		12	6	1	12
55		26	7	1	17
60		44	8	2	23
65	2	8	10	2	32
70		44	13	3	45
75	3	42	18	5	0,65
76		58			70
77	4	16			76
78		37			82
79	5	2			90
80		31			98
81	6	5			1,07
82		48			18
83	7	40			32
84	8	47			49
85	10	15			72
86	12	13			2,04
87	15	0			48
88	19	7			3,10
89	25	37			
90	36	39			

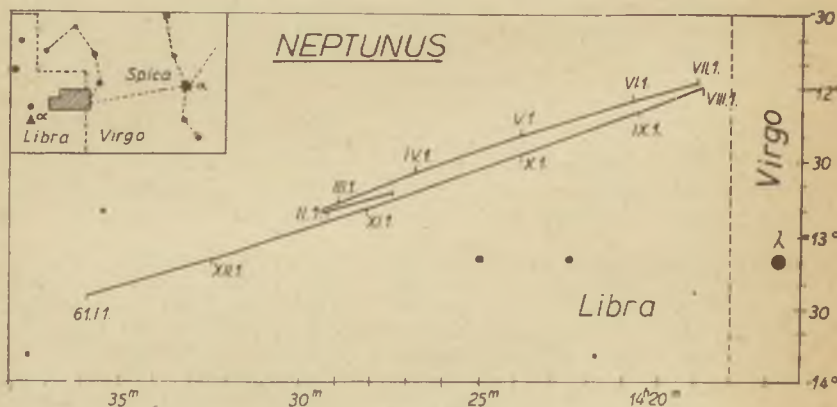
**IX. Egy fok iv hosszúsága a Föld felületén a földrajzi hosszúsági
és szélességi körök mentén**

Földrajzi szélesség	1° szélesség különbség méterben	1° hossz. különbség méterben	Földrajzi szélesség	1° szélességi különbség méterben	1° hossz. különbség méterben	Földrajzi szélesség	1° szélességi különbség méterben	1° hossz. különbség méterben
0°	110 569	111 322	30°	110 850	96 489	60°	111 416	55 803
1	110 569	111 305	31	110 867	95 507	61	111 433	54 110
2	110 570	111 255	32	110 884	94 496	62	111 449	52 401
3	110 572	111 170	33	110 902	93 456	63	111 466	50 675
4	110 574	111 053	34	110 920	92 388	64	111 482	48 934
5	110 577	110 901	35	110 939	91 291	65	111 497	47 178
6	110 581	110 716	36	110 957	90 167	66	111 512	45 407
7	110 585	110 498	37	110 976	89 015	67	111 527	43 622
8	110 590	110 246	38	110 995	87 836	68	111 541	41 824
9	110 596	109 961	39	111 015	86 630	69	111 554	40 012
10	110 602	109 642	40	111 034	85 397	70	111 567	38 189
11	110 609	109 290	41	111 053	84 138	71	111 580	36 353
12	110 617	108 905	42	111 073	82 854	72	111 592	34 506
13	110 625	108 487	43	111 093	81 544	73	111 603	32 649
14	110 634	108 037	44	111 112	80 209	74	111 614	30 781
15	110 644	107 553	45	111 132	78 850	75	111 624	28 904
16	110 654	107 037	46	111 152	77 467	76	111 634	27 017
17	110 665	106 489	47	111 172	76 059	77	111 643	25 123
18	110 676	105 908	48	111 191	74 629	78	111 651	23 220
19	110 688	105 295	49	111 211	73 175	79	111 659	21 311
20	110 700	104 650	50	111 231	71 699	80	111 666	19 395
21	110 713	103 973	51	111 250	70 201	81	111 673	17 472
22	110 726	103 265	52	111 269	68 681	82	111 679	15 545
23	110 740	102 525	53	111 288	67 140	83	111 684	13 612
24	110 754	101 755	54	111 307	65 579	84	111 688	11 676
25	110 769	100 953	55	111 326	63 997	85	111 692	9 735
26	110 785	100 121	56	111 345	62 398	86	111 695	7 792
27	110 800	99 258	57	111 363	60 775	87	111 697	5 846
28	110 816	98 365	58	111 381	59 136	88	111 699	3 898
29	110 833	97 442	59	111 398	57 478	89	111 700	1 949
30	110 850	96 489	60	111 416	55 803	90	111 701	0

X. AZ URÁNUSZ ÉS NEPTUNUSZ LÁTSZÓ ÉGI ÚTJA 1960-BAN



1. ábra. Az Uránusz látszólagos mozgása a környező csillagok között a Leo (Oroszlán) csillagképben

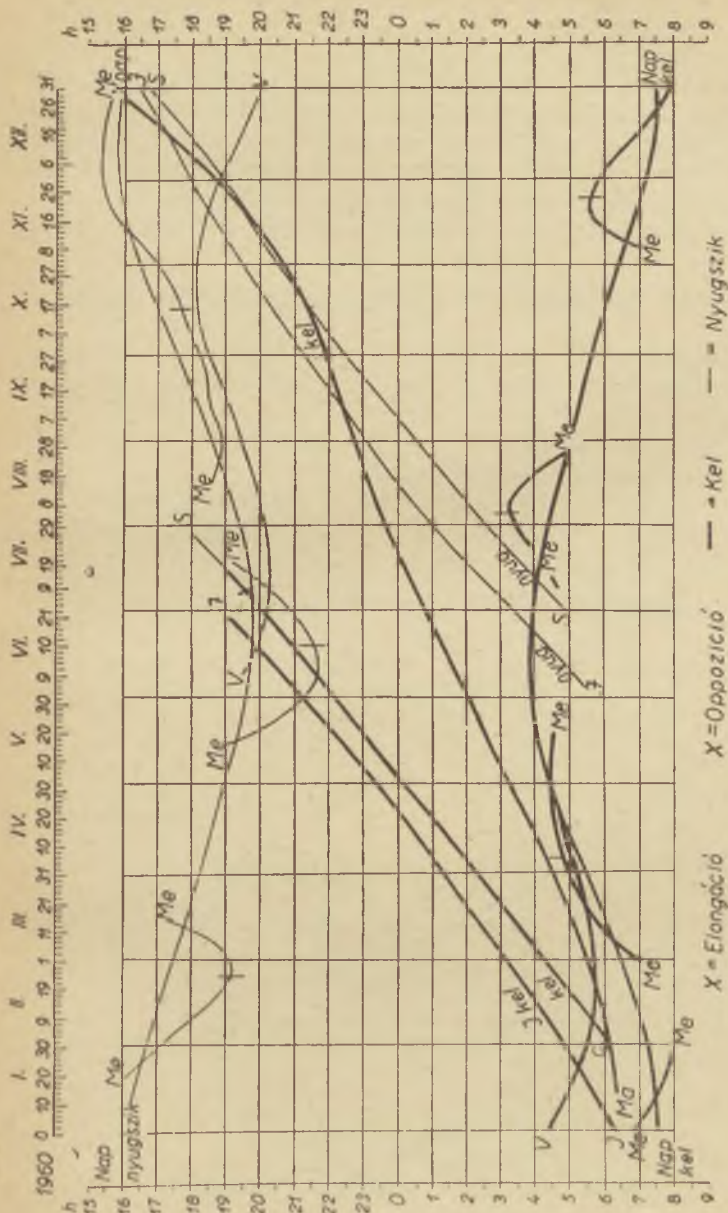


2. ábra. A Neptunusz látszólagos mozgása a környező csillagok között a Libra (Mérleg) csillagképben

Térképeink az Uránusz és a Neptunusz látszólagos mozgását mutatják 1960-ban a környező csillagok között. A bolygópályákat folytonos vonal köti össze, a pályát metsző egyenes vonalak a bolygó helyzetét mutatják az egyes hónapok első napján. Az *Uránusz* oppozíciója február 12-én következik be, fényessége ekkor 5,7 mg, a *Neptunusz* oppozíciója április 28-án van, amikor is fényessége 7,7 mg.

A *Plutó* fényessége nem éri el a 15,0 mg-t, ezért kisebb távcsővel nem látható. Koordinátái: Rektaszcenzió = 10^h45^m , deklinációja = $+21^{\circ}40'$ körül mozognak.

XI. A NAP VALAMINT A NAGYBOLYGÓK KELÉSI ÉS NYUGVÁSI IDEJÉNEK GRAFIKONJA

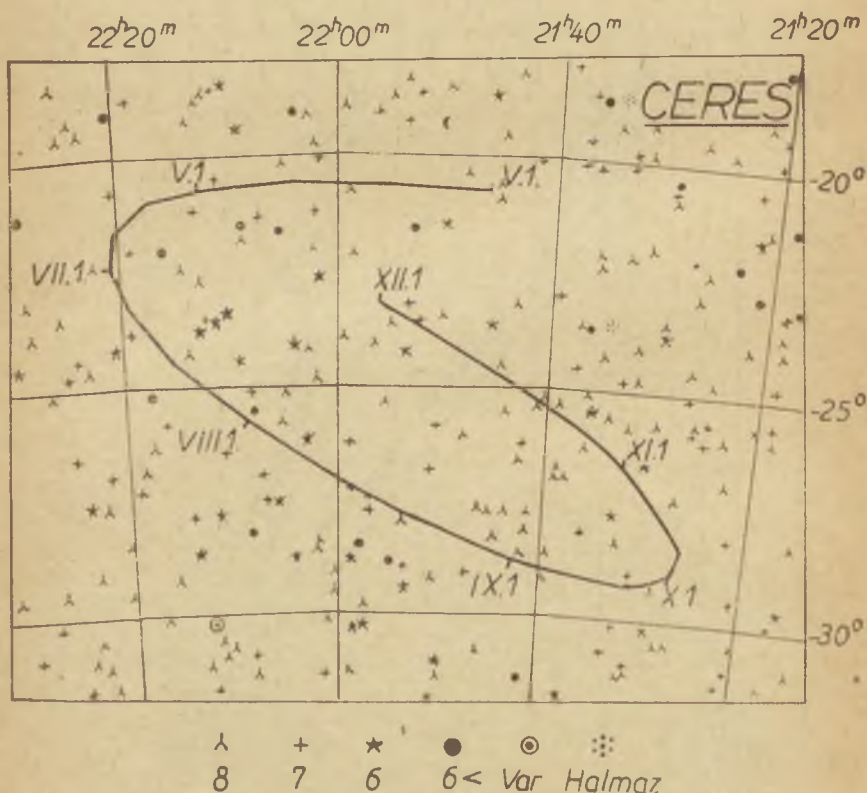


3. ábra. A Nap, valamint a nagybolygók kelési és nyugvási idejének grafikonja

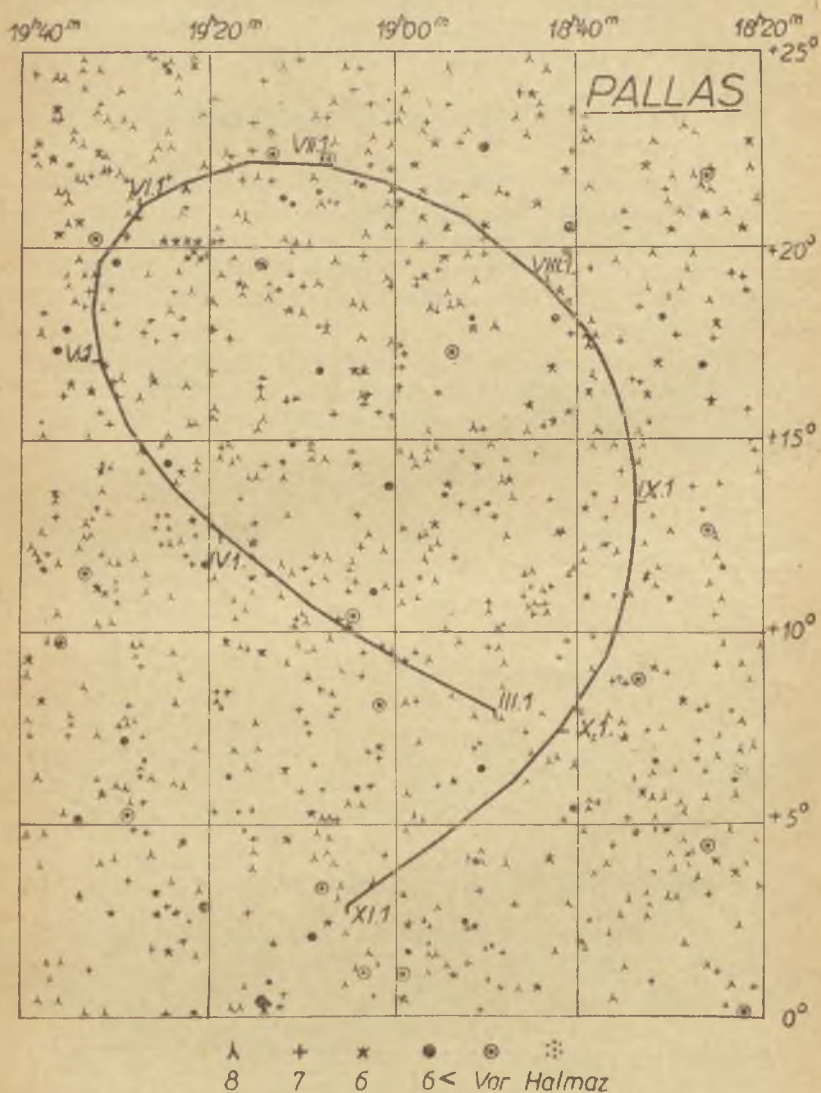
A rajzon grafikusan ábrázoltuk a Nap felkelőnek és lenyugtának, valamint a bolygók (Merkur, Vénusz, Mars, Jupiter, Szaturnusz) keltének és nyugtának időpontjait az év minden napjára az éjszakai órákra. A vízszintes tengelyen az év napjait, a függőlegesen az órákat találjuk. Az egyes görbék segítségével közelítő pontossággal leolvasható, hogy az egyes dátumokon a keresett bolygók mikor kelnek fel vagy nyugszanak. A vastagon kihúzott vonal a felkelést, a vékonyan húzott a nyugvást jelenti. A rövidítések jelentése : Me = Merkúr, V = Vénusz, Ma = Mars, J = Jupiter, S = Szaturnusz. (Lásd még az 1959-es *Évkönyv* 59. oldal.)

XII. A NÉGY LEGFÉNYESEBB KISBOLYGÓ HELYZETE 1960-BAN

Táblázatunk az elsőül felfedezett négy legfényesebb kisbolygó (Ceresz, Pallasz, Junó, Veszta) helyzetét mutatja azokban a hónapok-



4. ábra. A Ceresz kisbolygó látszólagos mozgása a környező csillagok között



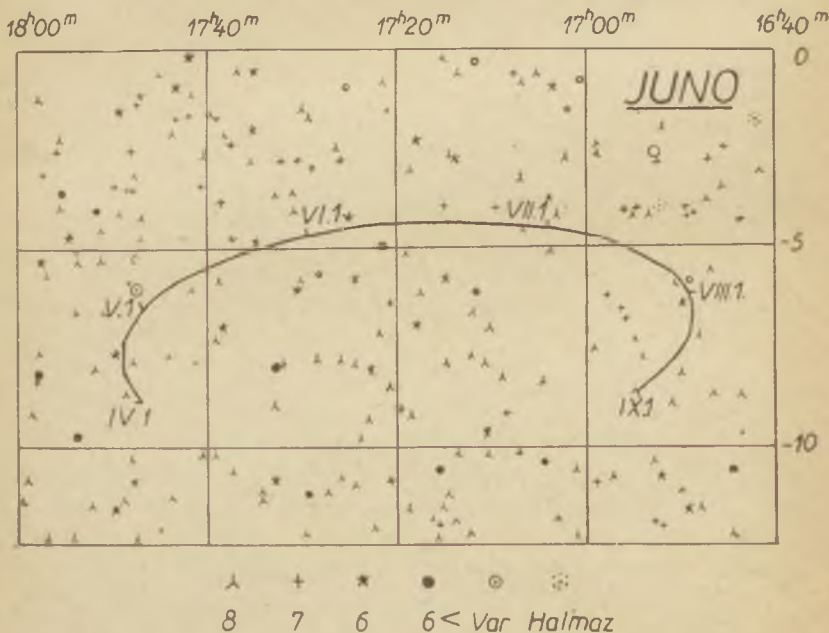
olygó látszólagos mozgása a környező csillagok között

ban, melyekben legjobban észlelhetők. Az első oszlop (Dat.) az időpontot, a második (RA) a rektaszcenziót, a harmadik (Dekl.) a deklinációt, a negyedik (AE) a csillagászati egységekben mért földtávolságot ($1 \text{ AE} = 149\,500\,000 \text{ km}$), az ötödik (mg.) a fényességet tünteti fel. A kisbolygók fényessége a föld- és naptávolság függvényében változik.

A mellékelt térképen a kisbolygók égi útját tüntettük fel a környező csillagok között.

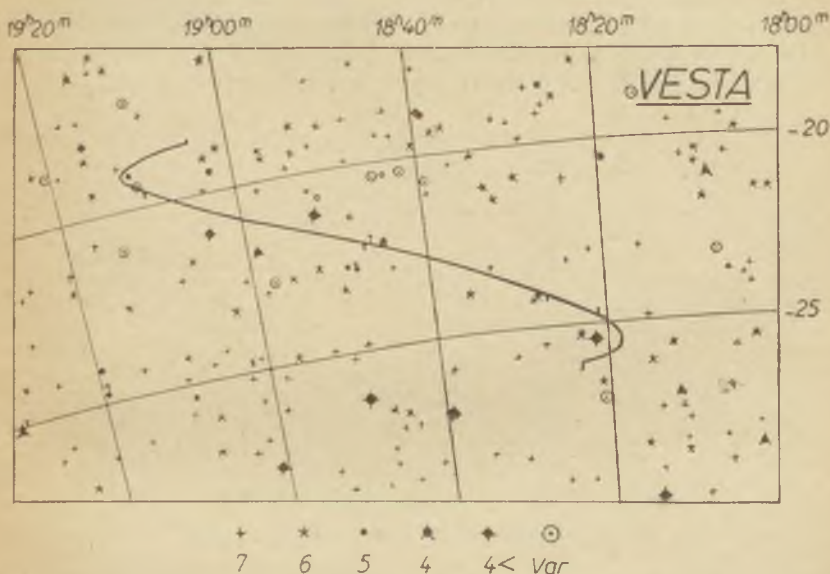
A *Ceresz* az elsőnek felfedezett kisbolygó. Piazzí olasz csillagász a palermói obszervatóriumban, 1801. jan. 1-én találta meg, az ekliptikai csillagtérkép készítése közben. Nap körüli keringési ideje 4,60 év, közepes naptávolsága 2,767 AE, átmérője az összes kisbolygók között a legnagyobb: 786 km. 1960-ban augusztus 13-án kerül földközelsbe, 1,985 AE földtávolsággal.

A *Pallaszt* 1802. március 28-án fedezte fel Olbers német csillagász Brémában. Keringési ideje 4,61 év, közepes naptávolsága 2,769 AE, átmérője 483 km. Földközeli pontját 1960-ban július 10-én éri el 2,564 AE-el.



6. ábra. A Junó kisbolygó látszólagos mozgása a környező csillagok között

A *Junót* 1804. szeptember 1-én Harding német csillagász fedezte fel Lilienthalban. Keringési ideje 4,36 év, közepes naptávolsága 2,669 AE, átmérője 193 km. 1960-ban június 15-én éri el legnagyobb földközelségét 2,288 AE-el.



7. ábra. A Veszta kisbolygó látszólagos mozgása a környező csillagok között

A *Vesztát* Olbers fedezte fel Brémában, 1807. március 29-én. Keringési ideje 3,63 év, közepes naptávolsága 2,362 AE, átmérője 385 km. 1960-ban július 1-én kerül földközelségbe, 1,154 AE-el.

XIII. FOGYATKOZÁSOK ÉS MERKUR-ÁTVONULÁS 1960-BAN

1960-ban két nap- és két holdfogyatkozás lesz, hazánkból egyik sem látható.

1. Teljes holdfogyatkozás március 13-án. Amerikából, Északkelet-Ázsiából, az Atlanti- és Csendes-óceánról látható.

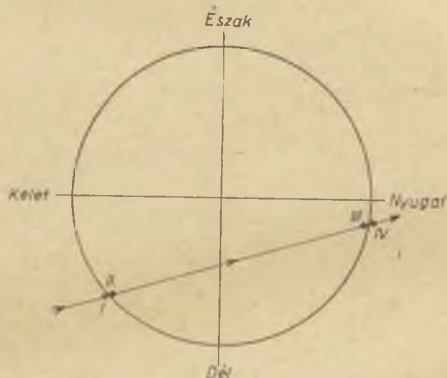
2. Teljes napfogyatkozás március 27-én. Ausztráliából, a Déli-Jeges-tengerről és az Antarktiszról látható.

3. Teljes holdfogyatkozás szeptember 5-én. Amerikából, a Csendes-óceánról és Ausztráliából látszik.

4. Teljes napfogyatkozás szeptember 20-án. Szibériából, az Északi-Jeges-tengerről és Észak-Amerikából látszik.

Merkur átvonulása a Nap előtt 1960. november 7-én

A Merkúr Nap előtti elvonulása Európa egy részéről, Afrikából, az Atlanti-óceánról, Amerikából és a Csendes-óceánról látszik. Hazánk-ból az átvonulás eleje figyelhető meg. Az átvonulást a 8. ábra mutatja. A Merkúr a Nap keleti peremén lép be és a nyugati peremnél hagyja el



8. ábra. A Merkúr átvonulása a Nap előtt 1960. november 7-én

a Napkorongot. Az ábrán feltüntetett pontok és a római számok a négy kontaktust mutatják : I. kontaktus = a Merkúr érinti a Nap *külső* peremét, II. kontaktus = a Merkúr érinti a Nap *belső* peremét, III. kontaktus = a Merkúr a Nap peremét *belülről* érinti, IV. kontaktus = a Merkúr utoljára érinti a Nap *külső* peremét. Az átvonulás adatai :

- | | | |
|----------------|---|---|
| I. kontaktus | $15^{\text{h}}34^{\text{m}}29^{\text{s}}.4$ | 1960. november 7-én a Nap nyugszik |
| II. kontaktus | $15^{\text{h}}36^{\text{m}}29^{\text{s}}.8$ | Budapesten : $16^{\text{h}}19^{\text{m}}$ |
| III. kontaktus | $20^{\text{h}}10^{\text{m}}32^{\text{s}}.6$ | |
| IV. kontaktus | $20^{\text{h}}12^{\text{m}}33^{\text{s}}.0$ | |

Az átvonulás közepe : $17^{\text{h}}53^{\text{m}}31^{\text{s}}.2$

1960. november 7-én a Nap látszó átmérője : $32'20''.2$,

távolsága : 0,991 AE

Merkúr látszó átmérője : 9,9

távolsága : 0,674 AE

Adatok közép-európai időben!

XIV. 2000-IG VISSZATÉRŐ ÜSTÖKÖSÖK

Név	Keringési idő (Év)	Napközeli (AE)	Naptávolság (AE)	Felfedezés éve	Legközelebb napközeli
Gale	10,81	1,15	8,63	1927	1960. jan.
Schumasse	8,18	1,20	6,92	1911	1960. április
Väisälä	10,52	1,75	7,85	1939	1960. május
Borelly	7,00	1,45	5,87	1905	1960. június
Brooks ₂	6,93	1,87	5,40	1889	1960. július
Finlay	6,81	1,03	6,15	1886	1960. okt.
Reinmuth ₂	6,59	1,87	5,16	1947	1960. dec.
Encke ₂	3,30	0,34	4,10	1786	1961. február
Comas Sola	8,55	1,77	6,59	1927	1961. március
Wirtanen	6,70	1,63	5,47	1947	1961. április
Forbes	6,44	1,55	5,37	1929	1961. július
Schwassmann— Wachmann ₂	6,53	2,15	4,83	1929	1961. szept.
Grigg—Skjellerup	4,90	0,86	4,92	1902	1961. dec.
Perrine	6,47	1,15	5,79	1896	1962. márc.
Tuttle—Giacobini— Kresak	5,49	1,12	5,10	1858	1962. ápr.
Tempel ₂	5,27	1,37	4,69	1873	1962. máj.
Neujm _{ir}	10,95	2,03	5,80	1929	1962. máj.
Faye	7,41	1,65	5,95	1843	1962. júl.
Whipple	7,41	2,45	5,15	1933	1963. ápr.
Temple-Swift	6,34	1,57	5,28	1869	1963. jún.
Johnson	6,87	2,26	4,97	1949	1963. jún.
Ashbrook—Johnson ..	7,47	2,31	5,34	1948	1963. szept.
d'Arrest	6,70	1,38	5,83	1851	1963. okt.
Pons—Wimnecke	6,26	1,23	5,57	1819	1964. febr.
Kopff	6,29	1,61	5,20	1906	1964. márc.
Harrington	6,52	1,61	5,38	1951	1965. febr.
Reinmuth ₁	7,65	2,03	5,74	1928	1965. nov.
Neujm _{in}	17,93	1,54	12,16	1913	1966. nov.
Tuttle ₁	13,61	1,02	10,38	1790	1967. jan.
Westphal	61,73	1,25	29,98	1852	1975.
Stephan-Oterma	38,96	1,60	20,23	1867	1981.
Crommelin	27,87	0,74	17,63	1818	1984. szept.
Halley	76,03	0,59	35,31	ie. 240	1986.
Borosen-Metcalf	69,06	0,48	33,18	1847	1988.
Schwassmann— Wachmann	16,15	5,52	7,25	1927	(1)
Oterma	7,89	3,39	4,63	1943	(1)

Megjegyzés: A harmadik és a negyedik oszlop az üstökös legnagyobb és legkisebb napközelségét (perihélium és aphélium) adja meg csillagászati egységekben. (1) = Ez a két üstökös körhöz közel álló pályán mozog, ezért minden évben megfigyelhető.

XV. AZ 1960-BAN VISSZATÉRŐ ÜSTÖKÖSÖK ADATAI

Név	N	P	ω	Ω	i	a	e	q	Q	Utolsó megfigyelés
Gale	2	10,99	209,1	63,3	11,7	4,941	0,761	1,183	8,70	1938
Schau-messe..	4	8,16	51,0	86,7	12,0	4,061	0,705	1,193	6,93	1943
Wäisälä ₁	2	10,52	44,3	135,5	11,3	4,82	0,635	1,752	7,85	1949
Borelly ..	5	6,87	352,5	77,1	30,5	3,612	0,617	1,385	5,84	1932
Brooks ₂ ..	8	6,96	195,6	177,7	5,5	3,644	0,484	1,879	5,41	1946
Finlay ..	5	6,85	320,1	45,3	3,4	3,644	0,707	1,059	6,15	1926
Reinmuth ₃	2	6,6	—	—	—	5,17	0,47	1,87	—	1953

Magyarázat: N = az eddig észlelt visszatérések száma, P = a keringési idő években, ω = a perihélium fokokban mért távolsága a felszálló csomóponttól, Ω = a felszálló csomó helyzete az ekliptikán a tavaszponttól mérve, fokokban, i = a pálya hajlása az ekliptikához fokokban, a = az üstökőspálya nagytengelyének hossza csillagászati egységekben, e = excentricitás, q = perihélium-távolság csill. egys.-ben, Q = afélium-távolság, csill. egys.-ben. Utolsó megfigyelés = a legutóbbi visszatérés időpontja.

A Reinmuth₃ üstököséről részletes adatok nem álltak rendelkezésre.

XVI. KÖZÉP-EURÓPÁBÓL LÁTHATÓ NAPFOGYATKOZÁSOK 1960—2000 KÖZÖTT

Az első oszlop a fogyatkozások időpontját, a második a fogyatkozások totalitásának helyét tünteti fel. A mellékelt térképen (9. ábra) azoknak a teljes fogyatkozásoknak totalitási zónáját rajzoltuk fel, amelyek Európán áthaladnak. A nyíl iránya a fogyatkozás haladásának irányát, a kör a fogyatkozás közepének földrajzi helyét jelenti.

1961. február 15 Dél-Franciaországban, Észak-Itáliában, a Balkánon és Ázsiában teljes, nálunk *részleges*.
1966. május 20 Az Atlanti-óceánon, Észak-Afrikában, a Földközi-tengeren és Ázsiában gyűrűs, nálunk *részleges*.
1976. április 29 Az Atlanti-tengeren és Észak-Afrikában gyűrűs, nálunk *részleges*.
1984. május 30 Csendes-óceán, Mexikó, USA, Atlanti-óceán és Észak-Afrika területén gyűrűs, nálunk *részleges*.

1986. október 3 Az Északi-tengeren részleges, nálunk is látható.
1990. július 22 Finnországban, az Északi-Jeges-tengeren és Ázsiában teljes, nálunk *részleges*.
1999. augusztus 11 Az Atlanti-óceánon, Franciaországban, Németországban, Ausztriában, *Magyarországon*, Romániában és Törökországban teljes. A totalitás közepe Budapeستől délnyugatra.



9. ábra. Az Európán áthaladó teljes napfogyatkozások totalitás zónája 1960 és 2000 között

XVII. HOLDFOGYATKOZÁSOK 1960—2000 KÖZÖTT

Táblázatunk a Közép-Európából és Magyarországról is látható holdfogyatkozásokat tünteti fel. Az első rovat a fogyatkozás időpontját, a második a fogyatkozás legnagyobb százalékát adja meg (t = teljes fogyatkozás, a részleges fogyatkozásoknál a szám azt jelenti, hogy az

árnyék a Hold százalékban kifejezett területének hányad részét fedi.) A harmadik oszlop a teljes árnyék átvonulásának percekben mért időtartamát tünteti fel, végül a negyedik oszlopban a *C* betű azt jelenti, hogy a fogyatkozás közepének idejében a Hold Közép-Európa felett delel, az *R* viszont azt mutatja, hogy a fogyatkozás eleje vagy vége látható Közép-Európából.

1961. augusztus 26.	t	14 ^m	C	
1963. július 6.	72	—	C	
1964. június 25.	t	98 ^m	C	
1964. december 19.	t	64	C	
1965. június 14.	20	—	C	
1968. április 13.	t	56	R	A fogyatkozás vége látszik.
1970. augusztus 17.	42	—	C	
1971. február 10.	t	78	R	A fogyatkozás vége látszik.
1971. augusztus 6.	t	102	C	
1973. december 10.	10	—	C	
1974. június 4.	83	—	C	
1974. nov. 29.	t	76	R	A fogyatkozás eleje látszik.
1975. nov. 18.	t	46	C	
1976. május 13.	14	—	C	
1977. április 4.	21	—	C	
1978. márc. 24.	t	90	R	A fogyatkozás vége látszik.
1978. szept. 16.	t	82	C	
1979. március 13.	88	—	C	
1982. január 9.	t	84	C	
1985. május 4.	t	70	C	
1985. október 28.	t	42	C	
1986. október 17.	t	74	C	
1987. október 7.	1	—	C	
1989. február 20.	t	76	R	A fogyatkozás eleje látszik.
1989. augusztus 17.	t	98	C	
1990. február 9.	t	46	C	
1992. dec. 9.	t	74	C	
1993. nov. 29.	t	50	C	
1994. május 25.	28	—	R	A fogyatkozás vége látszik.
1996. április 4.	t	84	C	
1996. szept. 27.	t	72	C	
1997. március 24.	93	—	C	
1997. szept. 16.	t	66	C	
2000. jan. 21.	t	84	C	

A nagybolygók főbb adatai I.

A bolygó neve	Egyenlítői átmérő km	Lapultság	Tömeg (Föld = 1) Hóddalakkal együtt	Körpés sűrűség ($M_2 = 1$)	Nehézségi erő a fel- színen (Föld = 1)	Tengelyforgási idő	Tengely- hajlás a pályasíkhoz	Albedo	Körpés sűrűsége (a nagyboly- góhoz)
Merkur	5140	?	0,053	5,3	0,37	88 nap (?)	?	0,06	+340°
Vénusz	12610	?	0,826	4,7	0,85	23 h 56 m 4 s	?	0,61	+ 98°
Föld	12757	?	1,012	5,52	1,00	24 h 37 m 22 s	23° 27'	0,34	+ 22°
Mars	6860	~ 1/190	0,108	3,85	0,37	0 h 50 m	25° 12'	0,15	+ 23°
Jupiter	143640	1/16,35	318,36	1,31	2,51	9 h 55 m	3° 7'	0,41	-130°
Szaturnusz	120570	1/10,44	95,22	0,68	1,07	10 h 14 m	26° 45'	0,42	-153°
Uránusz	53390	~ 1/18	14,58	1,09	0,83	10 h 49 m	97° 59'	0,45	-165°
Neptunusz	49670	1/40	17,26	1,61	1,14	15 h 40 m	29°	0,54	-165°
Pluto	6009	?	0,99	5,52	?	?	17° 9'	0,17	-210° ?

* Rádióugrázásnak megfigyeléséből a tengelyforgásra 22b 17m adódott

A nagybolygók főbb adatai II.

A bolygó neve	Körpéses távolság a Naptól		ϵ	i (°)	Sziderikus kerületési idő (nap)	Színódikus kerületési idő (nap)	Körpés pálya- sebesség km/sec	Maximális fényesség magnitudi- ban (m)
	Millió km	Call. egység						
Merkur	57,87	0,39	0,2056	7,00	87,97	115,88	47,90	-1,2
Vénusz	108,14	0,72	0,0098	3,39	224,70	583,92	35,05	-4,4
Föld	149,50	1,00	0,0107	0,00	365,26	—	29,80	—
Mars	227,80	1,52	0,0334	1,85	686,98	779,94	24,14	-2,8
Jupiter	777,84	5,20	0,0464	1,13	11,86 év	398,88	13,05	-2,5
Szaturnusz	1426,10	9,54	0,0367	2,49	29,46 év	378,09	9,65	-0,4
Uránusz	2687,83	19,18	0,0472	0,77	84,02 év	369,66	6,80	+ 5,7
Neptunusz	4493,65	30,03	0,0982	1,77	164,79 év	367,49	5,43	+ 7,8
Pluto	5899,04	39,46	0,2485	17,14	247,70 év	366,74	4,74	+ 15,0

ϵ = a pálya excentricitása

i = a pálya hajlásszöge a Földpályához

A TEJÚTRENDSEZER SZÍNÉRŐL

Ismeretes, hogy a Galaxis egyes vidékei igen gazdagok fehér-kékes-fehér színű, magas hőmérsékletű O, B, A színképosztályú csillagokban. Ilyen pl. az I. populációkhoz tartozó Cygnus és Carina környéke. A II. populáció tagjai kevésbé fényes, vörös színű csillagok; ilyenek nagy számban fordulnak elő a Galaxis centruma irányában (Sagittarius csillagkép).

Dr. Pannekoek holland csillagász, az amszterdami obszervatórium nemrég nyugalomba vonult igazgatója még akkor kezdett foglalkozni a húszas években a Tejút színének problémájával, mikor a csillagászat még nem ismerte a Baade-féle populációkat, sőt a szovjet csillagászok által használt osztályozás, a sík és szférikus alrendszerek fogalma is ismeretlen volt. A Jáva szigetén levő Lombang obszervatórium távcsöveivel folytatott vizsgálatai során észrevette, hogy a Tejút színe (vizuálisan) a Sagittarius és a Scutum irányában sokkal sárgábbnak, vörösnek (vagy talán sárgászörösnek) tűnik, mint pl. a Scorpiusban. Más alkalommal a Cygnus vidék összfényét jóval fehérebbnek találta, mint pl. a Scutumét.

Azóta csupán elméletileg foglalkoztak ezzel a problémával. Minthogy a Galaxis nem tartozik a fiatal csillagrendszerek közé, inkább késői spirálisnak nevezhetnénk, felépítésében valamennyi lehetséges korú és színű csillag résztvehet, a nemrég született kék szuperóriásoktól a vörös törpékig stb. Ennek alapján — elméletileg — igen valószínű, hogy a Galaxis millió fényév nagyságrendű távolságból nézve, összehatásként a sárgához közelálló szint mutatna.

Mindenesetre komolyabb távcsővel rendelkező, jószemű, képzetesebb amatőrcsillagász a Tejútrendszer különböző csillagfelhőinek, vidékeinek színét összehasonlítva igen nagy szolgálatot tehetne a csillagászatnak ezen a szinte teljesen elhanyagolt területen.

A CSILLAGOS ÉG 1960-ban

(Időpontok közép-európai zónaidőben)

Január

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez 22-ig a Nyilas, utána a Bak csillagképben. A hó első napjaiban figyelhető meg a délkeleti égbolton, közvetlen napkelte előtt. 26-án felső együttállásban a Nappal. 2-án fázisa 0,93, fényessége —0,4 magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 3-ig a Mérleg, 3-tól 8-ig a Skorpió, 8-tól 22-ig a Kígyótartó és utána a Nyilas csillagképben. 3 órával kel a Nap előtt és a hajnali órákban figyelhető meg a délkeleti égbolton. 17-én fázisa 0,77 növekedő, fényessége —3,5 magnitúdó csökkenő. — *Mars* előretartó mozgást végez 8-ig a Kígyótartó, utána a Nyilas csillagképben. Napkelte előtt figyelhető meg a délkeleti égbolton. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. Napkelte előtt figyelhető meg a délkeleti égbolton. — *Szaturnusz* előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Uránusz* hátráló mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Az esti órákban kel és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. Éjfél után kel és a hajnali órákban figyelhető meg a délkeleti égbolton.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
2	20,4	Algol minimumban
5	17,3	Algol minimumban
10	10	Aldebaran 0,7°-kal délre a Holdtól
11	05	Merkur a Szaturnusztól 2°-kal délre
20	01,3	Algol minimumban
21	12	Vénusz 1°-kal északra a Jupitertől
22	22,1	Algol minimumban
25	18,9	Algol minimumban
31	12	Mars 1°-kal délre a Szaturnusztól

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez 7-ig a Bak, 7-től 21-ig a Vízöntő, utána a Halak csillagképben. A hó első napjaitól kezdve figyelhető meg napnyugta után a délnyugati égbolton. 23-án legnagyobb keleti kitérésben 18° távolságra a Naptól. Ekkor két órával nyugszik a Nap után. 16-án fázisa 0,80, fényessége $-0,9$ mindkettő csökkenő — *Vénusz* előretartó mozgást végez 19-ig a Nyilas, utána a Bak csillagképben. 1 órával kel a Nap előtt és a hajnali szürkület idején figyelhető meg a délkeleti égbolton. 16-án fázisa 0,85 növekedő, fényessége $-3,4$ magnitudo csökkenő. — *Mars* előretartó mozgást végez 21-ig a Nyilas, utána a Bak csillagképben. Napkelte előtt figyelhető meg a délkeleti égbolton. — *Jupiter* előretartó mozgást végez 4-ig a Kígyótartó, utána a Nyilas csillagképben. Napkelte előtt figyelhető meg a délkeleti égbolton. — *Szaturnusz* előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. Közvetlenül napkelte előtt figyelhető meg a délkeleti égbolton. — *Uránusz* hátráló mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. 8-án szembenállásban a Nappal. — *Neptunusz* 10-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. Éjjelkor kel és a hajnali órákban figyelhető meg a délkeleti égbolton.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
6	17	Aldebaran $0,5^\circ$ -kal délre a Holdtól. A csillag fedése tőlünk is megfigyelhető
7	12	Vénusz $0,2^\circ$ -kal északra a Szaturnusztól
11	23,8	Algol minimumban
14	20,6	Algol minimumban
17	04	Vénusz 1° -kal északra a Marstól
17	17,3	Algol minimumban
22	01	Jupiter 5° -kal délre a Holdtól
23	05	Szaturnusz 4° -kal délre a Holdtól
28	01	Merkur 3° -kal északra a Holdtól

Március

Bolygók

Merkur a hó első napján stacionárius, utána 23-ig hátráló, ezután pedig előretartó mozgást végez. 17-ig a Halak, utána pedig a Vízöntő csillagképben tartózkodik. A hó folyamán nem figyelhető meg a Nap

közelsége miatt, mellyel 10-én jut alsó együttállásba. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 13-ig a Bak, utána a Vízöntő csillagképben. A hó első felében még megfigyelhető napkelte előtt a délkeleti égbolton. 17-én fázisa 0,89 növekedő, fényessége —3,3 csökkenő. — *Mars* előretartó mozgást végez 28-ig a Bak, utána a Vízöntő csillagképben. Napkelte előtt figyelhető meg a délkeleti égbolton. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. A hajnali órákban figyelhető meg a délkeleti égbolton. — *Szaturnusz* előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. Napkelte előtt figyelhető meg a délkeleti égbolton. — *Uránusz* hátráló mozgást végez az Oroszlán csillagképben. A hajnali órákban nyugszik, és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. — *Neptunusz* hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. Az esti órákban kel, és az éjszaka második felében figyelhető meg.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
5	01	Aldebaran 0,°4-kal délre a Holdtól
5	22,3	Algol minimumban
8	19,1	Algol minimumban
13	09	Teljes holdfogyatkozás, nálunk nem látható
25	13	Merkur 0,°7-kal délre a Holdtól
27	09	Részleges napfogyatkozás, tőlünk nem látható
28	20,8	Algol minimumban

Április

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez 13-ig a Vízöntő, utána a Halak csillagképben, közben 19-től 24-ig a Cet csillagképet érintve. A hó első felében figyelhető meg napkelte előtt a délkeleti égbolton. 7-én legnagyobb nyugati kitérésben 28° távolságra a Naptól. 6-án fázisa 0,46, fényessége +0,6 magnitudo mindkettő növekedő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 4-ig a Vízöntő, utána a Halak csillagképben, miközben 14-től 17-ig a Cet csillagképet is érinti. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Mars* előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben. Napkelte előtt figyelhető meg a délkeleti égbolton. — *Jupiter* 19-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Nyilas csillagképben. Éjfélkor kel és a hajnali órákban figyelhető meg a délkeleti égbolton. — *Szaturnusz* 27-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Nyilas csillagképben. Éjfél után kel és a hajnali órákban figyelhető meg a délkeleti égbolton. — *Uránusz* 24-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez az Oroszlán és Rák csillagkép között. A hó közepén

három órával nyugszik éjfél után és az éjszaka első felében figyelhető meg. — *Neptunusz* hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. A hó elején még két órával kel a Nap után, a hó végén már az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. 28-án szembenállásban a Nappal.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
1	09	Aldebaran $0^{\circ}4$ -kal délre a Holdtól
16	20	Jupiter 5° -kal délre a Holdtól
17	22	Szturnusz 4° -kal délre a Holdtól
22	02	Mars 2° -kal délre a Holdtól
24	14	Vénusz $0^{\circ}7$ -kal északra a Holdtól
28	17	Aldebaran $0^{\circ}5$ -kal délre a Holdtól. A csillag fedése tőlünk is megfigyelhető

Május

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez 6-ig a Halak, 6-tól 15-ig a Kos, utána a Bika csillagképben. A hó utolsó napjaiban figyelhető meg napnyugta után, a nyugati égbolton. 17-én felső együttállásban a Nappal. 26-án fázisa 0,91, fényessége $-1,3$ magnitúdó mindkettő csökkenő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 4-ig a Halak, 4-től 22-ig a Kos, utána a Bika csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Mars* előretartó mozgást végez 3-ig a Vízöntő, utána a Halak csillagképben, miközben 19-től 24-ig a Cét csillagképet is érinti. Napkelte előtt figyelhető meg a délkeleti égbolton. — *Jupiter* hátráló mozgást végez a Nyilas csillagképben. Az éjfél előtti órákban kel és az éjszaka második felében figyelhető meg. — *Szturnusz* hátráló mozgást végez a Nyilas csillagképben. Éjfélkor kel és az éjszaka második felében figyelhető meg. — *Uránusz* előretartó mozgást végez az Oroszlán és Rák csillagképek között. Éjfélkor nyugszik és az esti órákban figyelhető meg. — *Neptunusz* hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. Hajnalban nyugszik és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
6	03	Merkur $0^{\circ}2$ -kal délre a Vénusztól
14	02	Jupiter 5° -kal délre a Holdtól
15	04	Szturnusz 4° -kal délre a Holdtól
20	23	Mars $0^{\circ}1$ -kal délre a Holdtól

Június

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez 2-ig a Bika, 2-től 25-ig az Ikrek, utána a Rák csillagképben. Az év folyamán megfigyelésre legkedvezőbb helyzetben. Az egész hó folyamán látható és az első és utolsó napokat kivéve, két órával nyugszik a Nap után. 19-én legnagyobb keleti kitérésben 25° távolságra a Naptól. 15-én fázisa 0,47, fényessége $+0,5$ magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 21-ig a Bika, utána az Ikrek csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 22-én felső együttállásban a Nappal — *Mars* előretartó mozgást végez 2-ig a Halak, utána a Kos csillagképben. A hajnali órákban látható a keleti égbolton. — *Jupiter* hátráló mozgást végez a Nyilas csillagképben. Az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. 20-án szembenállásban a Nappal. — *Szaturnusz* hátráló mozgást végez a Nyilas csillagképben. Az esti órákban kel és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. — *Uránusz* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Éjfél előtt nyugszik és az esti órákban figyelhető meg. — *Neptunusz* hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. Éjfél után nyugszik és az esti órákban figyelhető meg.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
6	18	Neptunusz 2° -kal délre a Holdtól
18	20	Mars 2° -kal északra a Holdtól
22	05	Aldebaran $0,5^\circ$ -kal délre a Holdtól. A csillag fedése ● tőlünk is megfigyelhető

Július

Bolygók

Merkur 2-ig előretartó, 2-től 27-ig hátráló, utána pedig újból előretartó mozgást végez. 12-ig a Rák, utána az Ikrek csillagképben tartózkodik. A hó első napján még megfigyelhető az esti szürkületben, de már gyorsan közeledik a Nap felé, mellyel 17-én jut alsó együttállásba. A hó utolsó napjaiban újra előtűnik napkeltekor a keleti égbolton. 30-án fázisa 0,19, fényessége $+1,2$ magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 14-ig az Ikrek, 14-től 29-ig a Rák, utána az Oroszlán csillagképben. A hó második felében mint alkonyecsillag jelenik meg a nyugati égbolton. 25-én fázisa 0,99, fényessége $-3,4$ magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Mars* előretartó mozgást végez

21-ig a Kos, utána a Bika csillagképben. Éjfél után kel és a hajnali órákban látható a keleti égbolton. — *Jupiter* hátráló mozgást végez a Nyilas és Kígyótartó csillagképek között. Hajnalban nyugszik és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. — *Szaturnusz* hátráló mozgást végez a Nyilas csillagképben. Az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. 7-én szembenállásban a Nappal. — *Uránusz* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Az esti órákban nyugszik, és a hó elején még napnyugta után megfigyelhető a nyugati égbolton. — *Neptunusz* 18-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. Éjféltkor nyugszik és az esti órákban figyelhető meg a délnyugati égbolton.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
8	19	Szaturnusz 4°-kal délre a Holdtól
10	02,2	Algol minimumban
19	11	Aldebaran 0,4°-kal délre a Holdtól. A csillag fedése tőlünk is látható
30	03,9	Algol minimumban

Augusztus

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez 8-ig az Ikrek, 8-tól 20-ig a Rák, utána az Oroszlán csillagképben. E hó folyamán, az utolsó napokat kivéve, a keleti égbolton figyelhető meg napkelte előtt. 5-én legnagyobb nyugati kitérésben 19° távolságra a Naptól. 30-án felső együttállásban a Nappal. 14-én fázisa 0,70, fényessége —0,7 magnitudo, mindkettő növekedő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 28-ig az Oroszlán, utána a Szűz csillagképben. Mint alkonyecsillag figyelhető meg napnyugta után a délnyugati égbolton. A hó folyamán egy órával nyugszik a Nap után. 14-én fázisa 0,97, fényessége —3,3 magnitudo, mindkettő csökkenő. — *Mars* előretartó mozgást végez a Bika csillagképben. Éjfél előtt kel és az éjszaka második felében figyelhető meg. — *Jupiter* 20-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. Éjféltkor nyugszik és az éjszaka első felében figyelhető meg. — *Szaturnusz* hátráló mozgást végez a Nyilas csillagképben. Éjfél után nyugszik és az éjszaka első felében figyelhető meg. — *Uránusz* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. A hó folyamán a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 14-én együttállásban a Nappal. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. Éjfél előtt nyugszik és a kora esti órákban még megfigyelhető a délnyugati égbolton.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
2	00,7	Algol minimumban
5	02	Szaturnusz 4°-kal délre a Holdtól
22	02,4	Algol minimumban
23	23	Vénusz 1°-kal északra a Holdtól
24	23,3	Algol minimumban
31	02	Jupiter 5°-kal délre a Holdtól

Szeptember

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez 8-ig az Oroszlán, utána a Szűz csillagképben. Az egész hó folyamán megfigyelhető napnyugtakor a nyugati égbolton. 13-án fázisa 0,95, fényessége —0,6 magnitudo, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. Mint alkonyecsillag figyelhető meg, napnyugta után a délnyugati égbolton. A hó folyamán egy órával nyugszik a Nap után. 15-én fázisa 0,92 csökkenő, fényessége —3,3 magnitudo növekedő. — *Mars* előretartó mozgást végez 20-ig a Bika, utána az Ikrek csillagképben. Az esti órákban kel és az éjszaka második felében figyelhető meg. — *Jupiter* előretartó mozgást végez 26-ig a Kígyótartó, utána a Nyilas csillagképben. Az esti órákban nyugszik és kora este figyelhető meg a délnyugati égbolton. — *Szaturnusz* 15-ig hátrál, utána előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. Éjfélkor nyugszik és az esti órákban figyelhető meg. — *Uránusz* előretartó mozgást végez az oroszlán csillagképben. A hó második felében újra megfigyelhető napkelte előtt a keleti égbolton. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
5	12	Teljes holdfogyatkozás, tőlünk nem látható
11	04,1	Algol minimumban
12	02	Aldebaran 0,°2-kal délre a Holdtól
14	01,0	Algol minimumban
16	21,8	Algol minimumban
20	23	Vénusz 3°-kal északra a Spicától
21	00	Részleges napfogyatkozás, tőlünk nem látható
22	23	Vénusz 3°-kal délre a Holdtól
26	17	Merkur 1°-kal északra a Spicától

Bolygók

Merkur 27-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez. 7-ig a Szűz, utána a Mérleg csillagképben tartózkodik. Az egész hó folyamán megfigyelhető napnyugtakor a délnyugati égbolton. 15-én legnagyobb keleti kitérésben 25° távolságra a Naptól. 13-án fázisa 0,67, fényessége +0,1 magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 3-ig a Szűz, 3-tól 20-ig a Mérleg, 20-tól 27-ig a Skorpió, utána a Kígyótartó csillagképben. Mint alkonyicsillag látható napnyugta után másfél óráig a délnyugati égbolton. 15-én fázisa 0,86 csökkenő, fényessége —3,4 növekedő. — *Mars* előretartó mozgást végez az Ikrek csillagképben. Az esti órákban kel és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. Az esti órákban nyugszik és kora este figyelhető meg a délnyugati égbolton. — *Szaturnusz* előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. Az esti órákban nyugszik és napnyugta után figyelhető meg a délnyugati égbolton. — *Uránusz* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Éjfél után kel és a hajnali órákban figyelhető meg a keleti égbolton. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
4	02,7	Algol minimumban
6	23,5	Algol minimumban
9	10	Aldebaran $0,3^\circ$ -kal délre a Holdtól
9	20,3	Algol minimumban
11	23	Mars 5° -kal északra a Holdtól
12	—	α Cygni maximumban
22	22	Vénusz 6° -kal délre a Holdtól
24	04,4	Algol minimumban
24	23	Jupiter 5° -kal délre a Holdtól
25	22	Szaturnusz 4° -kal délre a Holdtól
27	01,2	Algol minimumban
28	21	Vénusz 3° -kal északra az Antarestől
29	22,0	Algol minimumban

Bolygók

Merkur 17-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. A hó második felében figyelhető meg napkelte előtt a délkeleti égbolton. 24-én legnagyobb nyugati kitérésben 20° távolságra a Naptól. 7-én alsó együttállásban a Nappal. Ekkor a napkorong előtt is áthalad. Tőlünk azonban csak a belépés figyelhető meg, mely adatai Budapestre a következők: első kontaktus 15 ó 34 p 17 mp, második kontaktus 15 ó 36 p 17 mp. 22-én fázisa 0,52, fényessége $-0,2$ magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 12-ig a Kígyótartó, utána a Nyilas csillagképben. Mint alkonyicsillag két órával nyugszik napnyugta után. A délnyugati égbolton figyelhető meg. 15-én fázisa 0,79 csökkenő, fényessége $-3,5$ növekedő. — *Mars* 21-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez az Ikrék csillagképben. A kora esti órákban kel és az egész éjszaka látható. A Nappal való szembenállásához közeledve megfigyelésre mind kedvezőbb helyzetbe jut. A hó elejétől végéig fényessége $-0,3$ magnitúdóról $-0,9$ magnitúdóra, átmérője $11,3''$ -ről $14,0''$ -re növekszik. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. A hó elején három, végén két órával nyugszik a Nap után. Az esti szürkületben figyelhető meg a délnyugati égbolton. — *Szaturnusz* előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. A kora esti órákban nyugszik. Közvetlen napnyugta után még megfigyelhető a délnyugati égbolton. — *Uránusz* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Éjjel előtt kel és az éjszaka második felében figyelhető meg. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. 1-én együttállásban a Nappal. A hó folyamán nem figyelhető meg.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
1	18,8	Algol minimumban
5	19	Aldebaran $0,4^\circ$ -kal délre a Holdtól
7	18	Merkur elhalad a Nap előtt
9	01	Mars 6° -kal északra a Holdtól
12	05	Uránusz 2° -kal északra a Holdtól
13	06,1	Algol minimumban
16	02,9	Algol minimumban
18	23,7	Algol minimumban
19	03	Vénusz 2° -kal délre a Jupitertől
21	20	Vénusz 7° -kal délre a Holdtól
21	20,5	Algol minimumban
24	17,3	Algol minimumban
28	08	Vénusz 2° -kal délre a Szaturnusztól

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez 8-ig a Mérleg, 8-tól 12-ig a Skorpió, 12-től 24-ig a Kígyótartó, utána a Nyilas csillagképben. A hó első felében figyelhető meg napkelte előtt a délkeleti égbolton. 7-én fázisa 0,88, fényessége $-0,5$ magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 9-ig a Nyilas, utána a Bak csillagképben. A délnyugati égbolton figyelhető meg mint alkonyecsillag. A hó elején három, végén négy órával nyugszik a Nap után. 15-én fázisa 0,70, fényessége $-3,7$ magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Mars* hátráló mozgást végez az Ikrek csillagképben. Az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. 25-én földközelen, amikor is átmérője $15,4''$ és távolsága a Földtől 91 millió km. 30-án szembenállásban a Nappal. Fényessége ekkor $-1,3$ magnitúdó. Ez az oppozíció ugyan nem olyan kedvező, mint a megelőzők, de azért most is alkalmat nyújt a bolygó felületének a megfigyelésére. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. A hó első napjaiban még látható közvetlen napnyugta után, később már a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Szturnusz* előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. A Nap közelsége miatt már nem figyelhető meg. — *Uránusz* 1-én stacionárius, utána hátráló mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Az esti órákban kel és az éjszaka második felében figyelhető meg. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. A hó végén megkísérélhető megfigyelése a hajnali szürkület előtt a délkeleti égbolton.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
3	02	Aldebaran $0,5^\circ$ -kal délre a Holdtól. A csillag fedése tőlünk is megfigyelhető
9	01,4	Algol minimumban
11	22,2	Algol minimumban
14	19,1	Algol minimumban
15	07	Neptunusz 3° -kal délre a Holdtól
19	23	Szturnusz 4° -kal délre a Holdtól
30	08	Aldebaran $0,4^\circ$ -kal délre a Holdtól.

G. I.

DETRE LÁSZLÓ:

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA CSILLAGVIZSGÁLÓ INTÉZETÉNEK MŰKÖDÉSE

(1958. július 1 — 1959. június 30)

A mátrai fiókintézet építkezései 1958 októberében megkezdődtek. 1959. május 28-án átadták rendeltetésének az obszervatórium főépületének helyéhez vezető 1100 m hosszú bekötő utat. 1959 közepéig elkészültek a főépület alapozó munkái, valamint a vízvezeték és szennyvízhálózat földmunkái.

Beruházási keretünkől a Német Demokratikus Köztársaságban beszereztünk egy regisztráló berendezést fotoelektromos fotométerünkhöz.

Csillagászati fényképlemezek fotometriai kiértékeléséhez a baseli csillagda egy modern iriszes elektromikro-fotométert szállított. Ez a műszer nélkülözhetetlen lesz a jelenleg építés alatt levő Schmidt-teleszkóppal készített felvételek kiméréséhez.

Az Intézet 18 cm-es refraktorára helyezett 25 cm-es Newton-reflektorhoz műhelyünk új fotoelektromos berendezést készített és ezzel a megfigyelések 1959 augusztusában megindultak.

Az Akadémia külön devizakeret rendelkezésre bocsátásával lehetővé tette számunkra a *Palomar Sky Atlas* beszerzését.

1958 augusztusában üzembe helyeztük a leydeni csillagvizsgálótól 1956-ban ajándékba kapott nagyteljesítményű erősítő berendezést a 60 cm-es reflektoron végzett fotoelektromos mérésekhez, egy új Multiplex típusú 10^{-8} érzékenységű galvanométerrel együtt. Az új berendezéssel a mérések az eddiginél nagyobb pontossággal és kétszeres gyorsasággal végezhetők. Kék és sárga színszűrőkkel a jelenlegi berendezéssel jó időben 14-rendű csillagokat is meg lehet figyelni.

Az Intézet személyzetében annyi változás volt, hogy Paál Györgyöt ki-neveztek tudományos segédmunkatársnak. Mint időszakai főfoglalkozású kutató, 1958 második felében nálunk dolgozott Piret Endre, 1959-ben pedig mint szerkesztő rajzoló Bányai Zsolt. A Geofizikai Év Magyar Bizottsága által számunkra kiutalt tudományos segély terhére 1959. március 1-től az intézeti szputnyikállomás munkakörében dolgozik Sárkány Péter.

A Nemzetközi Csillagászati Unió 1958. augusztusi konferenciáján az Intézetből alulírott, továbbá Bulázs Júlia és Almár Iván kutatók vettek részt. Az Akadémia lehetővé tette, hogy a konferencia után megtekinthessük az abasturnani csillagvizsgálót. A kongresszus a szakbizottsági tagságok

drasztikus megszorítása után is meghagyta Balázs Júliát és Detro Lászlót a 27. szakbizottság tagjaiként és utóbbit új tagként bevásárolta a 27/b. „Változócsillagok csillaghalmazokban” című albizottságba.

Almár Iván 3 havi tanulmányútján a Szovjetunióban 6 hétig a krími Asztrofizikai Observatóriumban, 3—3 hétig pedig a moszkvai Sternberg Intézetben, illetve a pulkovói csillagdában dolgozott.

Az Intézetet a köve kezű külföldi kutatók látogatták meg: H. Schmidt bonni, H. Elsässer tübingeni, Panajotov pulkovói, W. Oskanjan és G. Teleki belgrádi csillagászok, J. Hopman, a bécsi csillagda igazgatója és Magalasvili abastumani csillagásznő. Az Intézet kollokviumán ezek közül H. Schmidt, a bonni csillagda stellárstatistikai és változócsillag munkáiról, Elsässer az állatövi fény szerkezetéről, továbbá a Magellán-felhőkről és a légköri szcintilláció problémáiról, Oskanjan a flare-csillagok fizikai sajátosságairól, Hopman a kettőscsillag-asztronómia aktuális kérdéseiről és a nyíltbalmazok, csillagláncok és trapézalakzatok mozgására vonatkozó vizsgálatokról, Magalasvili pedig az abastumani csillagdában végzett változócsillag-kutatásairól számolt be. Az Intézet személyzete a pulzáció elméletéről tartott sorozatos kollokviumokat.

Alulírott az iriszfotométer átvételével kapcsolatos svájci útja alkalmával a zürichi és baseli csillagvizsgálókat tekintette meg.

A tudományos megfigyeléseknek az elmúlt 12 hónap alatt is az átlagnál jobb időjárás kedvezett, úgyhogy ez idő alatt a 60 cm-es reflektoron két színtartományban több mint 100 ezer fotoelektromos mérést tudtunk végezni. A következő RR Lyrae csillagoknak teljes fénygörbéjét sikerült eddig meghatározni: XX And, SW And, ST Boo, RS Boo, YZ Boo, W CVn, ST CVn, RZ Cep, S Com, XX Cyg, UY Cyg, SU Dra, SW Dra, RR Gem, SZ Gem, VZ Her, RR Leo, V LMi, TT Lyn, DH Peg, AR Per, RU Pso és TU UMa. Ezenkívül a következő Blaskó-effektust mutató csillagokról végeztünk az egész szekunder periódusra kiterjedő méréseket, két színben: AC And, RV Ari, TV Boo, VZ Cnc, RW Cnc, RW Dra, XZ Dra, AR Her, RR Lyr, RZ Lyr, RV UMa.

Méréseinkből kiderült, hogy az RR Lyrae csillagok nagy többségénél a felszálló ág közepe táján $5-20^m$ -ig tartó fényállandóság mutatkozik. A fényváltozás amplitudója annál kisebb, minél hosszabb ideig tart a fényemelkedésnek ez a megszakadása. Amelyik csillagnál radiális sebességadatok állnak rendelkezésre, ott a fényállandóság ideje egybeesik a fotoszféra nyugalmi helyzetével, a csillag legkisebb kiterjedése idején.

Igen érdekes eredményünk, hogy a fénygörbe-alak összefügg a főperiódus O—C diagramjának struktúrájával. Ha a felszálló ágban „pup” mutatkozik, az O—C diagram egyszerű, legtöbbször egyenes. Sima fénygörbe esetén az O—C diagram pozitív parabola, amely a periódus fejlődés-szerű növekedésére utal. Az RRc-csillagok és a Blaskó-effektust mutató csillagok esetén az O—C diagram rendkívül komplikált. Többszörös periódusok fellelése — úgy látszik — az egyes periódusok hosszának erős fluktuációjával jár.

A megfigyelési anyagot felhasználjuk az RR Lyrae csillagok színindex változásának meghatározására. A fotoelektromos megfigyelések nagy pontossága mellett is rendkívül terjedelmes redukiót és igen sok ki-

egészítő megfigyelést tesz szükségessé, hogy a megfigyelt színindexeket a légkörön túlra tudjuk redukálni. A Johnson-féle internacionális szín-rendszerrel való kapcsolat biztosítására 12 éjjelen mértünk ki Johnson-csillagokat. Folyamatban van ezen mérések és az egyes változócsillagok összehasonlítóinak megfigyelése alapján egy részletes extinkció vizsgálat.

Az RR Lyrae csillagok fotoelektromos fénygörbéjére vonatkozó méréseink főbb eredményeiről szóló beszámolót az Intézet kiadványainak 45. számában publikáljuk. A fotoelektromos berendezéssel meghatároztuk az RW Comae fődési kettőscsillag teljes fénygörbéjét is, kék és sárga színtartományban.

Almár szovjet tanulmányútja során kimérte a Gamma Orionisról a krími csillagda 125 cm-es reflektorán készült nagydiszperziójú spektrogramokat, a csillag légkörének kémiai analízise céljából. Itthon az anyagot feldolgozta és az eredményeket az Intézet kiadványainak 44. számában tesszük közzé. Érdekes eredmény, hogy bár a csillag a HR-diagramban való helyzete után ítélve még a Beta Canis Majoris csillagoknál is idősebb, a H/He arány a légkörében normális. A moszkvai Sternberg intézet felvételei alapján meghatározta a CY Cas cefeida fényváltozását és az eredményeket beküldte a Per. Zvjozd szovjet folyóiratnak.

A Szovjetunióból ajándékképpen kapott berendezéssel rendszeresen megfigyeltük a mesterséges holdak, illetve ezek hordozórakétájának átvonulását, a moszkvai központból küldött előrejelzések alapján. Az eredményeket beküldtük a moszkvai központba.

Almár és Balázs Béla kidolgozott egy számítási módszert a mesterséges holdak megfigyelhetőségének előre való jelzésére. A munka a Matematikai Intézet kiadványában jelenik meg.

Megjelentettük (int. kiadv. 43. szám) Izsák Imrének még 1956-ban készült értekezését, amely a lapult Föld gravitációs terében mozgó mesterséges hold perturbációit tárgyalja.

A gömbhalmazok vizsgálata keretében Lovas 30 felvételt készített az M5 gömbhalmazról. Ezekről becsléssel meghatározta a halmazban ismert 98 változócsillag fényességeit. Az M3, M5 és M15 gömbhalmazokról kapott anyagunk sajtó alá rendezése folyamatban van.

Külföldi felkérésre 60 pontos pozíciót számítottunk különböző kisbolygókra, s az eredményeket beküldtük a cincinnati-i központba.

Az Intézet passage-házában az internacionális földfelmérés keretében a Budapest—Szófia hosszúság különbség meghatározásához szükséges megfigyeléseket végeztek magyar és bolgár geodéták.

RÓKA GEDEON:

A TIT CSILLAGÁSZATI ÉS ŪRHAJÓZÁSI SZAKOSZTÁLYAINAK 1958/59 ÉVI MŰKÖDÉSE

Az *Évkönyv* kéziratleadásának határidejéhez alkalmazkodva az 1958 augusztusától 1959 júniusáig végzett munkáról számolhatunk be. A beszámolási időszakban a szakosztályok a Társulat 1959. évi közgyűlésén elfogadott alapszabályoknak megfelelő szervezeti formában végezték munkájukat. Budapesten csillagászati és űrhajózási szakosztály működik. Elnöke dr. Detre László akadémiai levelező tag, a MTA Csillagvizsgáló Intézetének igazgatója, a szakosztályvezetőség tagjai Almár Iván, dr. Földes István, dr. Kulin György, Nagy Ernő, Sinka József, titkár Róka Gedeon. Önálló csillagászati szakosztály van Bács megyében, elnöke Csongor Edéné, titkára Magyar János és Borsod megyében, elnöke Apostol Ince, titkára Szabó Gyula. A többi megyében a csillagászati tagozat összevont szakosztály (földrajz-csillagászat, csillagászat-fizika-matematika) keretében végzi tevékenységét.

A szakosztályok munkáját az Országos Választmány irányítja. Az Országos Választmány vezetősége: elnök dr. Detre László, vezetőségi tagok: Almár Iván, Kulin György, Szabó Gyula, titkár Róka Gedeon. Az Országos Választmány tagjai a szakosztályi elnökök és titkárok. A beszámolási időszakban az Országos Választmány két ülést tartott és határozatait, javaslatait ösztönzőleg hatottak a szakosztályok munkájára. A beszámolási időszakban már gyakorlatilag is megmutatkozott annak előnye, hogy az elvi irányítást egy országos testület adja a munkához. A Választmány határozatait azon elvi és ideológiai problémák figyelembevételével hozta meg, amelyeket a TIT Országos Elnökségének 1958. október 10-i határozata a szakosztályi munka számára megjelölt. A Választmány, összegezve az országos tapasztalatokat, megállapította, hogy az utóbbi években mutatkozó bizonyos lanyhulás után újra nő az érdeklődés a csillagászati előadások iránt. Ez elsősorban a mesterséges űgitesteknek tulajdonítható, amelyek az űrhajózás technikai kérdésein túlmenően magára a csillagászat tudományára is ráirányították a figyelmet. Nehézséget okoz, hogy a szakosztályok jelenlegi tagsága már alig tud eleget tenni a fokozódó igényeknek. Különösen fiatalabb fizika-, földrajz- és matematikaszakos pedagógusaink volnának hivatottak, hogy a Társulat szakosztályaihoz csatlakozva elősegítsék a csillagászati ismeretterjesztés kiszélesítését.

A Választmány felhívta a szakosztályok figyelmét arra a hiányosságra, hogy az előadások számbeli növekedésének ellenére az ismeretterjesztő munka nem jutott el kellő mértékben a munkásokhoz, a parasztsághoz és a tanuló ifjúsághoz. A szakosztályok a tematika változatosabbá tételében az ismeretterjesztés helyes módszereinek kidolgozásával igyekeztek ezen a hiányosságon segíteni. Az 1959. év első felében az üzemi és falusi előadások száma jelentős mértékben emelkedett. A budapesti Urániát rendszeresen látogatták az iskolai csoportok, Pécsen új szakkör alakult Áts György vezetésével. A Választmány határozata értelmében az ismeretterjesztő előadások színvonala emelése érdekében rendszeresíteni kell az előadói konferenciákat, a klubvitákat.

Az Országos Választmány iránymutatását legpéldamutatóbban a miskolci szakosztály tette magáévá. A miskolci szakosztály tagjai rendszeresen előzetesen megvitatják az előadásokat. Megyeszerte megszervezték az ismeretterjesztő munkát. A falusi előadások tartásában különösen kitűnt Suba István, aki saját készítésű távcsövével tette vonzóbbá előadásait. A miskolci Uránia a távcsöves bemutatások, a tudományos megfigyelések és az ifjúsági csillagászati szakkörök szervezése terén egyaránt kiemelkedő eredményt ért el.

A budapesti szakosztály „A csillagos ég” címen megindította szakosztályi közlönyét. A negyedévenként megjelenő közlöny a csillagászat újabb eredményeiről, a rokon tudományokkal való kapcsolatokról, a bemutató csillagvizsgálók tudományos megfigyeléseiről tájékoztatja a szakosztályi tagokat, szakköri tagokat és amatőr-csillagászokat. A budapesti szakosztály emellett a *Csillagászati Értéktető* c. kiadványában is eljuttatja az újabb adatokat és híreket a megyei szervezetekhez. A budapesti szakosztály szerkesztésében jelentek meg a „Legenda és valóság a csillagos égről” és a „Földünk és a világegyetem” előadási anyagok.

A budapesti szakosztály és az Uránia Bemutató Csillagvizsgáló a budapesti szakosztály tagjai és a vidéki bemutató csillagdák vezetői részére jól sikerült kétnapos konferenciát rendezett 1958. augusztus 1-én és 2-án. A konferencia tagjai a Társulat székházában Róka Gedeon referátuma alapján a csillagászati ismeretterjesztés, Bartha Lajos előadása alapján pedig a csillagászati szakkörök aktuális kérdéseit vitatták meg, majd Detre László a csillagászat legújabb eredményeiről, Sinka József a mesterseges holdak újabb adatairól, és Szőnyi Jenő az Uránia ügyrendi és gazdasági kérdéseiről tartott beszámolót. A konferencia második napján az Uránia csillagvizsgálóban hangzott el Kulin György mintaelőadása és Bartha Lajos csillagászatértörténeti előadása. A konferencia tagjai tanulmányozták az Uránia változócsillag- és napfoltészlelési megfigyelési munkáját, majd együttes látogatást tettek az MTA szabadsághegyi Csillagvizsgáló Intézetében.

Az Országos Választmány határozatának megfelelően a TIT Borsod megyei szervezete is 1959. június 1-én Miskolcon konferenciát rendezett a megye csillagászati előadói részére. A konferencián Kulin György és Róka Gedeon vitaindító előadásai után a csillagászat elvi világnézeti, és a csillagászati ismeretterjesztés tartalmi és módszertani kérdéseit tárgyalták meg.

A szakosztály keretében működő Magyar Űrhajózási Bizottság különösen élénk tevékenységet folytatott az első szovjet holdrakéta fellövése idején. A Bizottság tagjai számos előadást tartottak a rádióban, televízióban, üzemeknél és vállalatoknál. A Bizottság vezető tagjai 1959. január 8-án a TIT előadói számára a Kossuth-klubban ankétot rendeztek a szputnyikokról és az űrrakétáról. Az országsszerte megnyilvánuló nagy érdeklődés kielégítésére a Társulat fizikai és matematikai szakosztályai is segítséget adtak az előadások megtartásához. A fizikai szakosztályból Abonyi Iván, Császár Ottó, Richter Nándor, Sas Elemér, a matematikai szakosztályból pedig Pallos Emil tartott rendszeresen előadásokat.

A Bizottság tagjai több tudományos intézményben, egyesületben is tartottak magasabb színvonalú előadásokat. Így: a Fizikai Társulatban, a központi Pedagógus Továbbképző Intézetben a METESZ-ben és a Magyar Tudományos Akadémián.

Jelentős munkát vállalt a Bizottság az MSZBT-vel közös rendezésben készült budapesti és vidéki szputnyik-kiállításokon.

A Bizottság megbízásából Horváth Tibor vegyész-mérnök, a Bizottság tagja, társadalmi erőforrások segítségével Rákosligetben saját telkén megépítette az első magyar mesterséges-hold követő rádióállomást, melyet május 16-án ünnepélyes keretek között adtak át rendeltetésének. A tudományos megfigyelésekhez szükséges rádióvétel céljára szolgáló körsugárzó antenna egy 27 méter magas csőárboc tetején foglal helyet.

A József Attila Szabadegyetem keretében 1958/59 folyamán a Bizottság 16 előadásból álló űrhajózási tagozatot indított, melyre 51 hallgató iratkozott be. A Szabadegyetemen az alábbi előadások hangzottak el:

Sinka József: Az űrhajózás története és felosztása.

Kulin György: Mozgás a világűrben I.

Róka Gedeon: Mozgás a világűrben II.

Fülöp Zoltán: Rakéták, rakétahajtóművek és hajtóanyagok I.

Fülöp Zoltán: Rakéták, rakétahajtóművek és hajtóanyagok II.

Róka Gedeon: A felkereshető égitestek fizikai viszonyai.

Almár Iván: A holdrakéták.

Nagy Ernő: Az asztronautikai rakéták irányításának problémái.

Zentai Béla: A mesterséges holdak műszerezése.

Almár Iván: A mesterséges holdak és űrrakéták megfigyelése.

Kulin György: A kozmikus rakétáról.

Nagy Ernő: Az asztronautika híradástechnikai és távközlési problémái.

Dr. Galla Emil: Az űrhajózás élettana I.

Dr. Galla Emil: Az űrhajózás élettana II.

Sinka József: Az asztronautika perspektívái.

A budapesti szakosztály az 1958/59. év folyamán a Kossuth-klubban havonta rendszeresen megtartotta a klubestjeit. A klubesteken a szakosztályi tagok a következő referátumokat tartották:

Szeptember 19. dr. Galla Emil: Az űrhajózás élettani problémái
(A Biológiai szakosztállyal közösen).

Október 22. ifj. Bartha Lajos: A fokozott naptevékenység.

November 18. Sinka József: Színképelemzés a csillagászatban.
December 2. Almár Iván: Beszámoló szovjetunióbeli tanulmányútjáról.
Február 3. ifj. Bartha Lajos: A holdkutatás legújabb kérdései.
Március 10. Hack Frigyes: F. W. Bessel emléke.
Április 21. Detre László: A csillagok kialakulása és fejlődése.
Május 26. Anket az úrhajózásról (Almár I., Nagy E., Sinka J.).

Szeptember második felében került sor az 1958. évi országos Csillagászati Hét megrendezésére. A budapesti csillagászati hét előadásai a Gellérthegyi Uránia bemutató csillagvizsgáló kertjében hangzottak el az alábbi program szerint:

15-én dr. Kulin György: Ember a világegyetemben.
16-án Sinka József: A mesterséges holdak műhelytitkai:
17-én dr. Barta György: Csillagászat és geofizika.
18-án dr. Aujeszky László: A napsugárzás és a Föld élete:
19-én dr. Horváth Árpád: Világképünk kialakulása.
20-án Nagy István György: Mesterséges hold — kozmikus laboratórium.

KULIN GYÖRGY:

A TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ TÁRSULAT URÁNIA BEMUTATÓ CSILLAGVIZSGÁLÓINAK MŰKÖDÉSÉRŐL

BUDAPEST

Az előző *Évkönyv*ben részletes ismertetést adtunk a budapesti Uránia munkájáról. Az 1958. július 1—1959. április 30-ig terjedő időben is ebben a keretben folyt a munka. Ebben a beszámolóban az egyes munkakörök jellemzését elhagyva a konkrétumokat említjük meg.

1. Mindennapos előadások és bemutatások

Ezt a munkát az Uránia fennállása óta folytatjuk. Különösen a késő tavaszi és kora őszi időszak állít bennünket csaknem megoldhatatlan feladat elé, mert ilyenkor látogatja legtöbb iskola az Urániát. A műszer és a terasz befogadóképessége tekintetében változás nem történt, előadótermünk még zsúfoltabb lett, minthogy a műhely gazdasági csoportja is itt dolgozik ideiglenesen.

2. Csütörtöki sorozat

Megtartottuk az 1958. évi őszi sorozatot és folynak az 1959. évi tavaszi sorozat előadásai. Az előadók és az előadások címei: 1958. okt. 23. Szimán Oszkár: Fényképezés a csillagászatban. Október 30. Gauser Károly: A Mars 1958-as földközelsége. November 5. ifj. Bartha Lajos: A bolygó-kutatás újabb eredményei. November 12. dr. Kulin György: Árapály erők és a veszélyes zóna. November 19. Herendi Éva: Magyar csillagnevek és csillagmondák. November 26. Sinka József: Rakétával a Földtől a Holdig. December 3. Ponori Th. Aurél: A tömegvonzás. December 10. dr. Horváth Árpád: Kopernikusz elődei. December 17. Róka Gedeon: A modern csillagászat világképe.

1959. március 19. dr. Horváth Árpád: Galilei katedráján. Március 26. ifj. Bartha Lajos: Bolygóórák. Április 2. Gauser Károly: Csillag-rendszerek rendszere a szupergalaxis. Április 9. dr. Kérdő István: Kozmikus élettani hatások. Április 16. dr. Kulin György: Űrhajók útja. Április 23. Pócs Lajos: Az elemek felépülése a csillagokban. Április 30. Ponori Th. Aurél: Kína csillagászata. Május 7. Zilahy Sebess László: Elektronikus számológépek alkalmazása a tudományban. Május 14. Róka Gedeon: Anyag és sugárzás. Május 21. Szimán Oszkár: A csillagok belső felépítése. Május 28. dr. Galla Emil: Ember a Földön kívül.

3. Szakkörök

Az elmúlt ősszel három szakkört indítottunk. A csillagászati alapgazdaság szakkörét Ponori Thewrewk Aurél, A csillag és csillagrendszerek című szakkört Gauser Károly, A csillagok fizikája című szakkört ifj. Bartha Lajos vezette. Átlagos létszám 10 fő volt.

4. Napfoltbemutatók

A munkatársak más elfoglaltsága miatt napfoltbemutatókat a vasárnap délelőtti érdeklődőknek tartottunk.

5. Tanfolyamok

Az Uránia Ismeretterjesztő Bolt keretén belül több szakkör működik. Ezek számára mikroszkóp- és távcsőépítő tanfolyamokat vezetett dr. Kulin György és Ponori Th. Aurél. Az 1959 áprilisában indult távcsőtűrkörkészítő tanfolyamon 30 résztvevő készíti el 15 cm átmérőjű tükrét. Ennek vezetésében dr. Kulin György, Orgoványi János és Herbert Miklós vesznek részt. A tanfolyamok hallgatói részére a tükrös távcsövekről, Az amatőr optikusok kislexikona címmel Kulin, a Hold megfigyeléséről Bartha, a poláros fényről Szimán Oszkár tartott előadást.

6. Felvilágosító munka

Ez a munkánk rendszeres, csaknem mindennapos. Igen számos telefon-érdeklődésre adtunk választ a mesterséges holdak, a mesterséges bolygó felhővése idején, nagyobb, szabad szemmel is látható napfoltokról, a bolygók láthatóságáról.

7. Az Uránián kívül tartott előadások

Ezeknek száma erősen megnövekedett az elmúlt időszakban. Az Uránia munkatársai közül főként Bartha, Gauser, Kulin, Ponori tartottak sok előadást a Budapesti Előadásrendező Iroda felkérésére Budapesten és környékén, a Csillagászati Szakosztály megbízásából vidéken.

8. Tudományos munka

Napészlelés. Az észlelés a 20 cm-es Heyde refraktorral történik kivetítéssel. A rajzon a foltokat és fáklyákat tüntetjük fel. A feldolgozás a foltcsoportok középpontjának heliografikus koordinátáinak meghatározására, a relatívszámokra és a fáklyák relatív intenzitására terjednek ki, ezenkívül több részletproblémához merítünk belőlük adatokat. 1958-ban 208 észlelési napon 392 naprajz készült. Bartha Lajos vezetésével az észlelők: Fekete Pál, Fejes Imre, Gauser Károly, Székely Csaba és Thaly Koppány.

Fejes Imre tanulmányozta néhány nagyobb foltcsoport fejlődését. Thaly Koppány a Seelen jelenséget vizsgálta. Szántó András a napfoltok észak-déli aszimmetriájával foglalkozott, Bartha és Fejes a napfoltok szétesését tanulmányozták.

A napmegfigyelés statisztikai feldolgozását és a kétnyelvű Havijelentés összeállítását Bartha végezte. Ezt a kiadványt több hazai és külföldi intézetnek megküldjük.

Megszerveztük a kalocsai napészlelést, megkapjuk a miskolci Uránia észlelési adatait s a feldolgozásba bevonjuk Babos Károly és Molnár László amatőrök észleléseit, valamint a havonta érkező szombathelyi Gothard obszervatórium megfigyelési anyagát is. Tovább folytatjuk országos viszonylatban a napészlelési hálózat bővítését.

Főként a napészlelések fontosságának elismeréseként kaptunk 1959-re a Magyar Tudományos Akadémia III. osztályától Detre László dr. javaslatára, 3000 forintos céltámogatást.

Bolygó-észlelések

A Jupiter megfigyelések a sávok helyzetének és intenzitásának meghatározására terjednek. Bartha vezetésével Fejes és Thaly vettek részt ebben a munkában, a feldolgozást Moisza János végezte.

A Mars 1958-as oppozíciójának idejére kooperatív Mars-megfigyelést szervezett Bartha a bécsi és a zágrábi Urániákkal. A 72 észlelésből budapesti 42, zágrábi 22, és bécsi 8. A budapesti észlelők Bartha, Fejes, Gauser és Thaly voltak. Megállapítást nyert, hogy a naptevékenység hirtelen változásai észrevehetően befolyásolják a Mars légkörének átlátszóságát. Az adatok feldolgozását Bartha Lajos (Budapest), Teleki György (Zagreb) és Maria Wähnl (Wien) végzik.

A Vénusz megfigyelések különböző színszűrőkkel történnek. Eszerint a Vénusz „pólus-sapkája” kék szűrővel jól látszik, sárgával nem észlelhető. Bartha és Thaly 18 megfigyelést végeztek.

Változócsillag-észlelések

A megfigyelés főként becsléssel, néhány esetben ekfotométerrel történt. A csoport Thaly Koppány vezetésével történik, munkatársak: Bartha, Babos, Fejes, Fekete, Jáger Tamás, Moisza, Gauser, Pintér Sándor, Székely és Szántó. 1958-ban 1472 észlelés történt, amiből 531-et Thaly végzett. A megfigyelt változók: AF Cygni, WZ Cas, Z UMa, x Her, g Her, Y Per, V Boo, R Scu, RU Cas és gamma Cas. Ezenkívül 170 észlelést végeztünk az RS Oph. nóvaszerű változóról.

Jelenleg Kalocsán, Pécsen és Hencsén, valamint Budafokon is történnek megfigyelések és több vidéki észlelőcsoport szervezés alatt van. Az összesített adatokat havonta továbbítjuk az AAVSO (American Association of Variable Stars Observers) részére.

EGYÉB ÉSZLELÉSEK

Hold-vizsgálatok. Az Uránia Hold-észlelő csoportja fokozott ütemben folytatta munkáját. A kitűzött cél elsősorban a Hold változó foltjainak rendszeres átvizsgálása, az elmúlt évek tapasztalatai alapján. Eddig mintegy 20 holdkráter belsejét kísérték figyelemmel. Teljesen elkészült a Hercules kráter változó foltjainak kutatása. E munkában Bartha vezetésével Fejes Imre, Szántó András és Thaly Koppány vesznek részt. A jövő évtől kezdve a bécsi Uránia is csatlakozik a „Változó Hold-folt Program”-hoz.

Munkatársaink több esetben észlelték a Kozirev és Wilkins által felfedezett holdvulkán kitörés nyomait. Sikertült a kitörés nyomán keletkezett új folt albedóját megmérni, és azt a gránithoz közel állónak találták. E munkában Bartha, Gauser, Fejes, Szántó, Székely, Thaly és Thewrewk Aurél vettek részt.

Az 1958. szeptember 11-i sarkifényt másfél órán át sikerült figyelni, az eredményt Kulin a NIZMIR központnak küldte meg.

A Műszaki Egyetem Ásvány-Földtani tanszékének meghívására négy napig volt Jósvafőn több munkatársunk, ahol a Perseida raj átvonulására Bartha Lajos észlelőcsoportot szervezett. Tagjai voltak Thaly Koppány, Stomfai Róbert és Vasadi Kovács Ferenc. A megállapítás szerint a maximum a szokásosnál erősebb volt.

Az 1959. március 24-i holdfogyatkozás megfigyelése az árnyék erősségére és 8 felszíni képződmény kontaktusára terjedt. Az észlelésekben Bartha, Gauser, Ponori, Sinka József, Jáger, Fejes és Thaly vettek részt. Felvételeket kaptunk Kolozsvárról ifj. Xántus Jánostól.

Ismeretterjesztő filmek

Mint munkatársak dr. Kulin és Gauser, valamint Ponori T. vettek részt több ismeretterjesztő film létéhezében. (Földünk útítársai, Van e élet más égitesteken, Így jutunk el a csillagokig.)

9. Irodalmi tevékenység és publikációk

Megjelent Kulin—Zerinváry: A távcső világa új kiadása a Gondolat kiadásában.

Kulin kisebb füzetet írt az optikai eszközök házi készítéséről.

Az *Élet és Tudományban*, a *Természettudományi Közönyben*, a *Népszerű Technikában* és napilapokban számos cikk jelent meg Bartha, Kulin és főként Gauser tollából. A munkatársak részt vettek a *Csillagászati Évkönyv* és a *Csillagos ég* szerkesztésében.

Idegen nyelven megjelent cikkek:

Veränderliche Mondflecken in Ringebirge Atlas. Die Naturwissenschaften 45. évf. 12. sz. Bartha.

Beobachtung der Perseiden Maximum in 1958. Die Sterne 35. évf. 3—4 sz. Bartha—Thaly.

Beobachtung der Bildungen von Alphonsus Krater. Die Sterne 35. évf. Bartha.

Zur Frage des Zusammenhanges der Kosmische Strahlung und der Sonnentätigkeit. Physikalische Blätter 10. évf. 9. sz. Bartha.

Zur Frage der Mondmagnetischen Feld. Mitt. Urania Sternwarte Wien. 2. évf. 1. sz. Bartha—Stomfai.

Nord-Süd Assimetrie der Sonnenflecken. Uo. 2. évf. 2. sz. Szántó.

Volcanic Appearing in the Crater Alphonsus. Bartha Vasziona 7c/1. 1959. Observations of the Transparency of Mars Atmosphere: Bartha. Ua. évf. 1. sz.

10. Külföldi kapcsolatok, levelezés

Az előző pontban említett irodalmi tevékenység, valamint a napfolt és változó megfigyelés egyre szélesedő levelezést vont maga után a külföldi intézményekkel. Ezenkívül az Uránia állandóan tart fent kapcsolatot azokkal, akik levélben kérnek választ kérdéseikre.

11. Filmvetítések

A beszámolási időszakban a filmvetítések a mindennapos előadások és bemutatók kiegészítő részét képezték. Ezeken az alkalmakon a rendelkezésünkre álló csillagászati filmeket vetítjük.

Igen fontos lenne ezt a programot kiterjeszteni mindennemű természet-tudományos oktatófilmre, részint azért, mert a csillagászat sok más természet-tudománnyal szoros kapcsolatban van, de azért is, mert ezzel a környék lakossága számára fontos kultúrmunkát végezhetnénk. Egyelőre erre a célra helyiség nem áll rendelkezésünkre. Az elmúlt években a sok filmvetítés erősen megnövelte az Uránia forgalmát, a látszólagos visszaesésnek a filmvetítések szüneteltetése az oka.

12. Az Uránia műhelye

Az előző évben körvonalazott feladatokat most már szélesebb keretek között végezzük. 1959. jan. 1-től az Uránia műhelye levált az ismeretterjesztő résztől, amennyiben a műhely, az Uránia Bolt és a kettő gazdasági csoportja külön költségvetéssel működő intézet lett. Munkájának végső célja az ismeretterjesztés fokozása azáltal, hogy az érdeklődőknek rendelkezésre tudjuk bocsátani az elemi optikai eszközöket.

A megnövekedett műhely túlszűfolttságot idézett elő, ezért a műhely helyileg elkülönül az Urániától, hogy ezáltal a műhely és az Uránia is jobban végezhesse feladatát.

Az Uránia Bolt tudományos tanácsával együtt Kóczán László szervezésében mikroszkópépítő, tükrös távcsőépítő tanfolyam indult az Amatőr Optikusok Baráti Körén belül.

Statisztika

Az elmúlt időszakban az Urániában tartott előadások, bemutatók és szakkörök látogatói létszáma 25 846 fő volt.

BAJA

A bajai Tanács támogatásából megkaptuk az épületet s így a következőképpen rendezkedtünk be: a parkírozott udvaron áll a 6 m átmérőjű kupola egy kisebb helyiséggel és egy alsó helyiséggel. A főépületben nyert elhelyezést két dolgozószoba, műszerszoba, elektronikus laboratórium, fotolaboratórium, az első munkatárs és a gondnok lakása. A mellékepületben van az előadóterem, a műhely és a raktár.

Felszerelés: a Newton-reflektor erős tengelyrendszerével 10 tonnás vasbeton pilléren nyugszik. Főtükrének átmérője 265 mm, fókusza 1888 mm. A főműszerrel párhuzamosan van szerelve a Merz—Orgoványi gyártmányú

fotoheliográf, ennek átmérője 120 mm, fókusz távolsága 1500 mm. A Heyde vezetőtávcső 78 mm átmérőjű, 1006 mm fókusszal, pozíciós okulármikrométerrel és kisebb keresőtávcsővel.

A reflektorra van szerelve a fotoelektromos berendezés, míg a galvanométer a leolvasó skálával a kupolához csatlakozó kis szobában nyert elhelyezést. A fotoelektromos berendezést dr. Detre László hathatós közbenjárására sikerült beszerezni, a galvanométert és a multipliert a Szabadsághegyi Intézet adta kölcsön.

A pontos mérések érdekében új órágépet szereltünk fel 1959 januárjában.

A mesterséges hold megfigyelésére a Szovjetunióból érkezett AT—1 típusú műszerből 10 db-ot kaptunk. A pontos átmenet leolvasásához egy félig automatikus kronométert készítettünk.

Az ionoszféra megfigyeléséhez az udvarban 23 m magas antennát építettünk, a három fémcső, 43 csőves ionoszféravizsgáló berendezés a műszerszobában áll.

Az Ulysse Nardin gyártmányú kronométer vezérli a kronográfot, amihez még egy higanykompenzációs csillagászati ingaóra is csatlakozik.

A hajai Csillagvizsgálón belül működik a SzU. 113. sz. mesterséges hold megfigyelő állomása. A pozíció meghatározásához új csillagtérképet szereztünk be. Az átmenet rögzítésére szolgáló berendezéssel 1/200-ad másodperc pontossággal tudunk megfigyelni. Az adatok előrejelzését Moszkvából kapjuk s az észleléseknek is a Cosmos-nak küldjük meg táviratilag Moszkvába. 1958 június óta 396 mérést végeztünk.

Az állomás vezetője Ill Márton, aki kéthónapos tanulmányúton járt a Szabadsághegyen. Meglátogatott bennünket Panajotov kandidátus, a pulkovói obszervatóriumtól, dr. Detre László igazgató és Almár Iván a Szabadsághegyről, akiktől igen értékes támogatást kaptunk.

A fotoelektromos fotométer felszerelése befejeződött, és megkezdtük a változócsillagok megfigyelését.

A fotoheliográfal naponta két felvételt készítünk a Napról. A film-ellátástól függően a felvételek napi számát fokozni fogjuk. A felvételeket sárga szűrővel készítjük.

Az ionoszféra megfigyelése és a mágneses mérések csak 1959 nyarán indulnak meg, mert a szükséges műszerek még nem érkeztek meg.

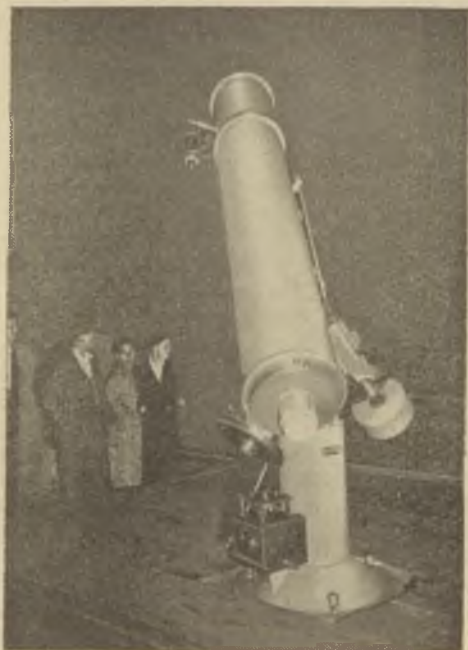
Munkatársaink állandóan tartanak előadást helyben és vidéken. A havonta a Művelődés Házában rendszeresen tartott előadásokon, valamint a helyi vállalatoknál és a honvédségnél, valamint vidéki községekben és termelő szövetkezetekben 36 előadást tartottunk kb. 4000 résztvevővel. Havonta újhold táján tartunk bemutatásokat, ezeken 250—300 fő vesz részt. A bemutatások céljára egy újabb reflektor felállítását tervezzük, amihez már a Merz tengelykereszt és az órágép rendelkezésünkre áll.

A hajai Csillagvizsgáló vezetője Borbás Mihály, függetlenített munkatársak: Ill Márton és Dobler Mihály matematika—fizika szakos tanárok, a műszaki ügyeket Knézy Pál főmunkás intézi, a karbantartást Friedrich Imre végzi, gondnok Gifia Péterné.

Borbás Mihály

GYŐR

A Wilhelm Pieck Vagon- és Gépgyár csillagászati szakkörének vezetője Szitter Béla, a rendszeres szakköri foglalkozásokat Bodócs István irányítja és vezeti. Bodócs István és a szakköri tagok hetenként felváltva tartanak előadásokat.



10. ábra. A győri Wilhelm Pieck Vagon- és Gépgyár csillagászati szakkörének 30 cm-es távcsöve

1959. április 30-án történt az új óragépes, 30 cm átmérőjű Newton távcső avatása. Tervezte Orgoványi János, az optika a budapesti Urániában készült, a mechanikai részt a gyár vezetőségének támogatásából a gyár dolgozói készítették. A szép műszerről és annak avatási ünnepségéről képet is közlünk. Közös elhatározással az új műszer a GEMMA nevet kapta. Az avatás után kezdődött meg a távcsöves bemutatás Győr tanulói ifjúsága és érdeklődő közönsége számára. A műszert a József Attila kultúrotthon tetején állították fel, ahol mintegy 200 négyzetméteres szabad terasz áll rendelkezésre. A műszert eltolható, sínen gördülő házikó védi.

Dr. Kulín György



11. ábra. A győri 30 cm-es távcső felavatása

MISKOLC

A beszámolási időszak 1958. április 1—1959. március 31-ig terjed.

1. A Miskolci Uránia műszerei : 1 db 200 mm átmérőjű Newton reflektor, 4 db AT—1 típusú szputnyik figyelő távcső, 1 db 85 mm átmérőjű, 1 méter gyújtótávolságú napmegfigyelő refraktor, 1 db 60 mm átmérőjű prizmás változó megfigyelő távcső, 2 db Tellurium-Lunárium, 2 db földgömb, 42 db szemléltető falitábla, 67 db szakkönyv, füzet és folyóirat.

2. Helyiségeink : az Uránia a Miskolc—Diósgyőri Kilián György gimnázium udvarán nyert elhelyezést egy 5 méteres kupolában s rendelkezésünkre áll egy $3,5 \times 3,5$ m-es napészlelő helyiség, egy $3,5 \times 8$ méteres előadó, $2,5 \times 5$ méteres iroda, 2×2 méteres fotolabor és egy 2×2 méteres tetőterasz.

3. A Csillagászati Szakosztály taglétszáma jelenleg 26 és ebből 21-en tartanak előadásokat. A munka nagy részét Apostol Ince, Elek Árpád, Fábián Endre, Kálmán József, Radits Erzsébet, Suba István, Szabó Gyula, Frisnyák Sándor és Vissy György végzik.

Vezető: Szabó Gyula, főmunkatársak : Fucker Fridelin és Varga Pál technikusok, belső munkatársak : Apostol Ince, Elek Árpád és Suba István,

a tudományos észlelő munkában részt vesznek: Biró Gábor, Földessi Attila, Lantos Béla, Szakolczai Mária, Koleszár József, Kovács Gyula, Nemcsák János, Pálinkás Csaba, Szilágyi Sándor gimnáziumi tanulók.

4. A Miskolci Urániában és külső helyeken tartott előadásokon és bemutatásokon részt vett hallgatók kimutatása:

Csillagok világa sorozat az Urániában	38 előadás	871 fő
Üzemek és iskoláknak távcsöves bemutatás, amit előadás kísért	12 előadás	354 fő
Csillagászati est az Urániában	1 előadás	200 fő
Távcsöves bemutatás	17 előadás	543 fő
Az Ávas hegyen tartott előadás bemutatással ..	8 előadás	892 fő
Községekben, járási székhelyeken	12 előadás	2500 fő

A TIT Borsod megyei szervezete statisztikájában a Csillagászati Szakosztály munkája a következő adatokkal szerepel:

1958. április 1-től 1958. dec. 31-ig:

Ipari, üzemi előadások.....	18 előadás	1177 hallgató
Állami gazdaságnak	1 előadás	60 hallgató
Kultúrotthonoknak	35 előadás	2926 hallgató
Falusi dolgozóknak	82 előadás	11646 hallgató
Egyéb intézményeknek	8 előadás	599 hallgató
Összesen	44 előadás	16408 hallgató

1959. első évnegyedében:

Üzemi dolgozóknak.....	17 előadás	1484 hallgató
Városi kultúrotthonoknak	12 előadás	2729 hallgató
Intézményeknél	2 előadás	104 hallgató
Nyilvános előadás	3 előadás	91 hallgató
Fegyveres erőknél	2 előadás	128 hallgató
Üdülőkben	2 előadás	65 hallgató

Összesen

38 előadás	4601 hallgató
------------	---------------

Falusi dolgozóknak		
Üzemi dolgozóknak.....	6 előadás	626 hallgató
Művelődési otthonokban	102 előadás	4689 hallgató
Falusi gazdakörben	3 előadás	318 hallgató

Összesen

111 előadás	5628 hallgató
-------------	---------------

1958. és 1959. összesen

293 előadás	26637 hallgató
-------------	----------------

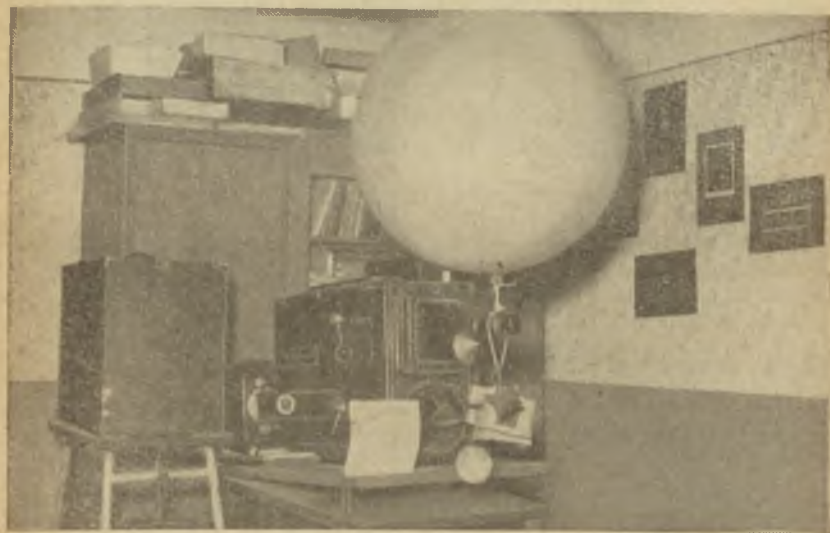
Ebben az összesítésben nem szerepelnek az Urániában tartott bemutatások és az iskolás csoportok látogatásai.

5. Nagyobb rendezvényeink

1958. szept. 15—20-a között tartottuk a Csillagászati Hetet. Előadásai látogatottak voltak.



12. ábra. Csillagászati kiállítás Miskolcon



12/a. ábra. Csillagászati kiállítás Miskolcon

A HáromSzputnyik-kiállítást 1958. dec. 21—1959. január 12-ig rendeztük és ez volt a legsikerültebb megmozdulásunk. A kiállításon munkatársaink állandó tárlatvezetést és mintegy 121 előadást tartottak. A vendégkönyv bejegyzései alapján a látogatói létszám 15 000 fő volt, a valóságban ennél jóval több, minthogy nem mindenki írta be nevét.

A tárlatvezetésért szakköri tagjaink könyvjutalomban részesültek, míg a szakosztály maga dícsérő oklevelet kapott az MSZBT Országos Vezetőségétől.



13. ábra. A miskolci szputnyik-kiállítás

A diósgyőri Kilián György ált. gimnázium a Tanácsköztársaság kiállításának 40. évfordulója alkalmából ünnepi hetet rendezett, melynek keretében az iskolai csillagászati szakkör március 20-án ünnepélyes előadást tartott és szép csillagászati kiállítást rendezett.

6. Módszertani, pedagógia szempontok

A csillagászati előadások és bemutatások sikere főként a szervezésen múlik. Meneken például a meghirdetett előadáson 360-an vettek részt, Sajóvamoson a nagy létszám miatt az előadást meg kellett ismételni.

Az Urániában az előadásokat rajzzal, plakáttal, diafilmmel, epizkópos vetítéssel, keskenyfilmmel tudjuk kísérni. Vidéki előadásaink sikere az, hogy hordozható távesővel bemutatásokat tudunk tartani. Diafilmgépünk is hordozható s ezt is magunkkal visszük.

A külső előadásokat a TIT megyei szervezete rendezésében tartjuk. Hetenként általában 4 csillagászati vidéki előadást tartunk. Ezeknek átlagos létszáma 150 fő.

Munkánk támogatására propagandaeszközként rendelkezésünkre állanak: a Borsodi Rádió Miskolc város hangos bemondója, az *Északmagyarország* című napilap TIT rovata, a *Borsodi Szemle*, ezenkívül a TIT adminisztratív munkájával is segít bennünket. Sok segítséget és támogatást kapunk a Megyei Tanács Művelődési Osztályától a falusi előadások megszervezése és a filmköleszönzések terén.

7. Szakköri munka. Az Uránia állandó szakkörén kívül iskolai szakkörünk van 28 taggal és felnőttek számára a DIMÁVAG Gépgyár keretében 8 taggal. A szakköri foglalkozásokon az előadásokat többnyire maguk a szakköri tagok tartják, a nagyobb előadásokat továbbképzés céljával az Uránia munkatársai tartják.

8. Tudományos munka. Rendszeresen végezzük a napfolt-számlálást és a meteorológiai megfigyeléseket. A napfolt-észleléseket havonta a MTA debreceni Napfizikai Observatóriumának küldjük meg. Az elmúlt időszakban 172 naprajzot készítettünk. A meteorológiai megfigyeléseket havonta rendszeresen megküldjük az Országos Meteorológiai Intézetnek.

9. Irodalmi tevékenység. Ibos István egyetemi adjunktus: A mesterséges holdak pályaszámításának alapjai. *Borsodi Szemle*, 1959. évf. 1. sz.

Frisnyák Sándor TIT szaktitkár: Borsodi földrajzírók és csillagászok a XVI—XIX. században címmel tanulmányt dolgozott ki.

Szabó Gyula: Bükk éghajlata (A Bükk turistakalauzban)
Időjárás és éghajlat (*Zempléni Turistakalauz*),
Miskolc éghajlata (*Borsodi Földrajzi Évkönyv*. 1958.),
Csillagászati ismeretterjesztés (*Borsodi Szemle* II. 2.).

10. Egyéb. Munkatársaink a 30 cm-es távcső megépítésén dolgoznak. Ennek mechanikája a DIMÁVAG Gépgyárban készül. A jelenlegi Urániától nem messze egy 9 emeletes bérház épül s a tervek szerint ennek tetejére épül majd fel az új miskolci Uránia, ahol sokkal jobb megfigyelési lehetőség nyílik, mint a most már csaknem teljesen körülépített helyen.

Szabó Gyula titkár

KALOCSA

A Haynald Observatóriumban működő kalocsai Uránia műszer-állománya a budapesti Urániától kapott változócsillag megfigyelő szög-távcsővel bővült.

Az Uránia helyiségeit a megyei Tanács támogatásával hoztuk helyre, a felmerült 6000 Ft-os költségből 5000 Ft-ot kaptunk a Tanácstól, 1000 Ft-ot az I. István gimnázium igazgatója bocsátotta rendelkezésre.

A beszámolási időszakban 11 előadást tartottunk és rendszeresen tartunk bemutatásokat is. A résztvevők száma 517 fő volt. Megszerveztük az alapfokú csillagászati szakkört, amelynek felnőtt tagjai is vannak.

1958. IX. 1-től rendszeresen végezzük a napészlelést. Az Urániától kapott okuláron át a Nap képét 25 cm nagyságban vetítjük ki. Eddig 130 naprajzot készítettünk, amit feldolgozásra a budapesti Urániához küldtünk be.

A változócsillag megfigyelése is minden derült este folyik. Állandó munkatársak: ifj. Hegyi Lajos és Kárpáti István.

Székely Csaba vezető

PÉCS

A csillagászati ismeretterjesztés eddig a TIT Csillagászati Szakosztályának keretében néhány előadásból és távcsöves bemutatásból állott, nagyobb tömegeket csak a Csillagászati Hét mozgósított.

1959-ben megalakult a pécsi Csillagászati Kör, melynek 13 tagja között 6 állandó előadónk van. Tervünk egy komolyabb Uránia létesítése, a többi Urániához hasonló programmal.

Jelenleg a Körben az alapismeretek elsajátításával és a műszer kezelésével foglalkozunk.

15 alkalommal tartottunk előadással kísért bemutatást, amelyeken 1100 hallgató vett részt, 30%-ban diákok.

Műszereink elavultak, mindössze egy fémtükrös 100 cm gyújtótávolságú 15 cm-es távcső és egy kisebb üstököskeresőnek átalakított távcső áll rendelkezésünkre.

Munkánk ezért főként külső előadások tartására szorítkozik. Üzemekben, szaktanfolyamokon, politikai iskolákon, a falusi népiskolákon, 39 előadás hangzott el 2717 résztvevővel.

A Három Szputnyik-kiállításon 20 előadást tartottunk 3200 résztvevő számára.

Műszereink a Leővey Klára leánygimnázium tetőteraszán nyertek elhelyezést egy fabódében, amiből a távcsövek kihúzhatók.

A helyi lapokban ismeretterjesztő cikkeket írnak és a rádióban népszerűsítő előadásokat tartunk.

A megalakult Csillagászati Kör tudományos munkát is kíván végezni. Munkájának eredményességéhez egy komolyabb távcsőre és könyvekre, folyóiratokra lenne szüksége.

dr. Tóth László
szakosztályi titkár

Áts György
Csillagászati Kör titkár

dr. Takács József
TIT megyei titkár

SZEGED

A szegedi Urániának egy 20 cm átmérőjű Newton reflektora van, óraműmeghajtással, eltolható bódében, ami a Béke épületének tetőteraszán nyert elhelyezést.

Hetenként két alkalommal tartunk távcsöves bemutatást, de előre bejelentett csoportoknak három más napon is. A beszámolási időszakban mintegy 1500 résztvevő jelent meg, ennek fele általános és középiskolai tanuló volt.

Üzemekben, kultúrotthonokban, Ifjúsági Akadémiákon, a Honvédség alakulatainál, falusi dolgozók előtt számos alkalommal tartottunk előadásokat, főként a mesterséges holdakról és az űrhajózásról. Szemléltetésül táblarajzot és diafilmet alkalmaztunk.

Propaganda eszközként rendelkezésre áll a helyi sajtó.

Említésre méltó támogatást sem a Tanácstól, sem az üzemektől nem kaptunk.

A tudományos munka végzése, főként a napmegfigyelés szervezés alatt áll.

Dr. Kunfalvi András

SZOMBATHELY

A szombathelyi Gothard Jenő Csillagvizsgáló a Szombathelyi Tanács VB támogatásával folytatja működését.

E támogatásból megjavítottuk a kupolát és a teraszt, felszereltük a fotolaboratóriumot és egy Terta 425-ös rádiót vásároltunk a pontos időjelek vételéhez, a térerősség méréséhez érzékeny galvanométert szereztünk be.

Helyben és vidéken több előadást és bemutatást tartottunk, s munkatársaink a TIT által szervezett külső előadásokon tartottak előadásokat. Az elmúlt évben előadásainkon és bemutatásainkon 900 hallgató vett részt.

A csillagvizsgálóban működik a mesterséges hold megfigyelő állomás, melynek munkája a MTA Szabadsághegyi Csillagvizsgálójának irányításával folyik. A megfigyeléseket ezen az Intézetten keresztül továbbítjuk Moszkvába.

A budapesti Urániával együttműködésben napfoltszámlálást végez Bencze Sándor és Molnár Bernadette. A projekciós ernyőre kivetített napképről készült rajzokat a budapesti Urániához továbbítjuk feldolgozás céljából.

A sajtóban megjelent cikkeink: a naptevékenység és a Mars bolygó.

A Csillagvizsgáló tiszteletdíjas munkatársai: Bencze Sándor, Zsigmond Vilmos, Szabó Elemér és Tamás Lenke.

Bencze Sándor

MEGJEGYZÉSEK

Az itt közölt beszámolók nem adnak teljes képet a csillagászati népszerűsítő munkáról és az Urániákban folyó egyéb munkákról. Ennek oka az, hogy a jelentések nem érkeztek be kellő időben a Központi Szakosztályhoz. Ezek a hiányzó adatok részben a TIT Csillagászati és Űrhajózási Szakosztálya jelentésében szerepelnek.

A közölt jelentésekből négyet emelünk ki különösképpen, minthogy ezek az országos munka megszervezése és fejlesztése érdekében követhető példaként állhatnak a megyei szervek előtt.

A budapesti Uránia sokrétű munkáját igen minimális támogatással végzi. Az Akadémiától és a Társulattól kapott nem egészen 10 000 Ft-os támogatás volt egyetlen alapunk. A Burtha Lajos vezetésével szervezett

munka jó példa lehet arra, hogy ilyen körülmények között is eredményes munka végezhető. Az eredményesség szempontjából nélkülözhetetlen az aktív új fiatal tagok beszerzése.

A külső segítség megszervezésének kitűnő példája Borbás Mihály munkája Baján. Eredményes munkásságuk bizonyítékát maga a beszámoló s annak konkrét adatai illusztrálják legjobban.

A társadalmi és üzemi segítség megszervezésére Szitter Béla munkásságát kell megemlítenünk, aki több éves fáradhatatlan munkával megteremtette az ország első legnagyobb bemutató távcsövét. A távcső neve Gemma, ami ékkövet, drágakövet jelent. A szép nagy műszer minden alkatrésze hazai kéz munkája s egyben a magyar alkotómunkát is dicséri.

A győrihez hasonló méretű távcső készült Szolnokon négy üzem közreműködésével, Tokody Lajos kezdeményezése alapján. Erről bizonyára a jövő évi beszámolók között olvashatunk majd.

Minden vidéki csoport számára bőséges tanulságot rejt magában Szabó Gyula munkája Miskolcon. Ennek a szerteágazó munkának ez alkalommal főként egy vonatkozását emeljük ki. A miskolci falujáró csoport valóban fáradhatatlan munkát végez. Örömiük nyilvánvalóan az a hálás érdeklődés, ami a falu dolgozói részéről megnyilvánul. Ez az út minden megyei szervezet számára nyitva áll és ha követni lehetne a miskolci példát, egy csapásra megnyugtató módon megoldást nyerne a természettudományos ismeretterjesztés országos ügye. Ennek a munkának egyik fő eszköze Suba István kis távcsöve, aminek tükrét is saját maga készítette, s állványzata is saját munkája. Ahhoz, hogy ezt utána csináljuk, minden feltételt biztosít a gyakorlati csillagászat és távcsőkészítés hazai irodalma.

Igen sok beszámoló a Központ támogatását kéri. Ennek keretei szabottak, de bizonyos, hogy ha az első lépést magunk tesszük meg, ha a kezdeményezésben elől tudunk járni, sem a TIT, sem a megyei Tanács, sem pedig az üzemek támogatása nem marad el.

A konkrét tapasztalatok tanúsága szerint az ismeretterjesztés munkája elhivatottság dolga. Építhetünk aranyból Urániákat, s benne drágakövel kirakott távcsöveket s egy álló év alatt nem történik benne semmi említésre méltó, de ugyanúgy, a két kezünkkel barkácsolt távcső körül is tolongani fog az érdeklődők tábora — de mindez attól függ, ki ül az aranypalotában és ki áll az összebarkácsolt távcső mellett.

Az ismeretterjesztő munkában odaadó, lelkes, kezdeményező amatőrökre van szükségünk.

DETRE LÁSZLÓ:

AZ 1958. ÉV CSILLAGÁSZATI ESEMÉNYEI

Az 1958. év legérdekesebb csillagászati eredményeit kétségkívül a mesterséges holdakkal felküldött mérőberendezések segítségével érték el. Már az 1958 α és 1958 γ mesterséges holdakban elhelyezett kozmikus sugárzás mérő berendezések jelezték, hogy amíg a sugárzás erőssége 700 km magasságig megfelelt a várakozásnak, 1000 km-en felül meglepetésre a sugárzás intenzitása erősen növekedett, és 2000 km magasságban a számlálócsövek másodpercenként már 25 000 beütést jeleztek. A Pioneer III holdrakétával — ha ez nem is érte el célját — sokkal messzebbre tudták átkutatni ennek a nagy intenzitású övnek — az ún. *van Allen* övnek — a szerkezetét.

Az eredmények szerint a Föld mágneses tengelyéhez szimmetrikusan két egymástól jól különváló maximális intenzitású zóna van. Az első a mágneses egyenlítő felett 1500—4000 km magasságban gyűrűszerűen veszi körül a Földet. De ettől délre és északra is egészen a sarki fény zónájáig elnyúló magas intenzitású zónák vannak. A mágneses egyenlítő felett, 4000 km-től kezdve, a sugárzás intenzitása újra csökken, de 20 000—25 000 km között megint igen erős értéket ér el, és csak innen kifelé csökken fokozatosan a 2,25 beütés/mp értékhez 100 000 km távolságban. (*Nature*. 183. p. 430.)

Az erős korpuszkuális sugárzás nyilván a Föld mágneses tere által befogott töltött részecskéktől ered, mégpedig a belső zóna a kozmikus sugárzás által a légkörben kiváltott neutronok bétaaszéteséséből származó protonokból, a külső zóna pedig a Napból kidobott töltött részecskékből áll. Nyilván ezek az eredmények nagy szerepet fognak játszani a sarki fény elméletében, sőt *Kellogg* és *Ney* szerint a napkorona is, hasonlóan a Földet körülvevő *van Allen*-féle övhöz, a Nap mágneses mezejében befogott töltött részecskékből áll. (*Nature*, 183. p. 1297.)

A napkorona ilyenén interpretálása jól megegyezik a napfogyatkozások alkalmával végzett polarizációs mérésekkel, amellet jobban érthetővé teszi a napkoronának változását a napfolt-ciklussal, mint az eddigi korona elméletek.

Érdekes eredmény még, hogy a mesterséges holdak keringési idejének rövidülése a légkör befolyása következtében nem egyenletes. Ez arra mutat, hogy a felső légkör sűrűsége erősen ingadozik, éspedig párhuzamosan a napsugárzás változásával.

A mesterséges holdak pályáinak pontosabb vizsgálatából kiderült, hogy a Föld déli féltekéje jobban lapult, mint az északi.

Rakétákkal felküldött fotonszámlálók megfelelő elhelyezésével ma már 3° feloldással végeznek csillagászati megfigyeléseket az 1225—1350 Å spektráltartományban. Több kiterjedt nagyfényességű fényforrást találtak. Az alfa Virginis körül $22,5^\circ$ átmérőjű köd van, amelyből a Föld felszínéről történő megfigyelések semmit sem árulnak el. De azok a ködök is, amelyek egybeesnek ismert H II ködökkel, az ultraibolyában sokkal nagyobbak és fényesebbek. Bár a legtöbb ilyen újfajta köd O és B csillagok közelében van, némelyikükhöz nem lehet hozzárendelni a Föld felszínéről is látható égitestet. (Ap. J. 128. p. 453.)

1958. augusztus 12—20 között tartották Moszkvában a Nemzetközi Csillagászati Unió X. közgyűlését. A gyűlésen 36 államnak közel ezer képviselője vett részt. Ebből a Szovjetuniót 267, az USA-t 163, Franciaországot 71, Németországot 54, Angliát 44 csillagász képviselte. Az ünnepélyes megnyitó ülésen *Ambarcumjan* a csillagászat legidőszerűbb kérdéseiként a következőket sorolta fel:

1. A nem stacionárius csillagok.
2. A szupernova robbanások problémája.
3. A fiatal csillagsoportosulások keletkezésének problémája.
4. A galaxisok spirális karjainak keletkezése.
5. A rádiógalaxisok természetének kérdése.
6. A galaxisoknak a távolsággal arányos távolodása.
7. Az intergalaktikus anyag természete.
8. A kozmikus sugárzás eredete.
9. Az elemek keletkezésének problémája.

A tudományos bizottságok üléseit részben a Lomonoszov egyetemen, részben a Sternberg csillagászati intézetben tartották. A gyűlés keretében a Hertzsprung—Russell-diagramról, a Delta Cephei csillagok abszolút fényességéről, a mesterséges holdakról, az elemek keletkezéséről és a Föld rotációjáról tartottak szimpóziumokat. A kongresszus alkalmával osztották ki az érdekelteknek a *Kukarkin*, *Parenago*, *Efremov* és *Kholopov* által szerkesztett új Változócsillag-katalógust. Ez 14,708 elnevezett változócsillagot tartalmaz, köztük 610 Delta Cephei, 1370 szabálytalan, 3657 Myra-típusú, 1675 félig szabályos, 590 RW Aurigae, 112 U Geminorum, 2763 fődési változócsillagot és 146 Novát.

A kongresszus új elnökének *Oort* holland, főtitkárának *Sadler* angol csillagászt választották. Az Unió legközelebbi közgyűlését 1961-ben, *Berkeleyben* tartja.

Nagy feltűnést keltett *Kozirev* szovjet csillagásznak a Hold Alfonsus kráterére vonatkozó megfigyelése. Kozirev a kráter elhomályosodását észlelte, majd a krími csillagda 122 cm-es reflektorán spektrum felvételeket készített, amelyen szerinte a kráter csúcsán emissziós sávstruktúra mutatkozott. A sávok némelyikét C_2 molekulának tulajdonította. Kuiper szerint azonban az emisszió csupán a csúcs nagyobb fényességétől ered, és semmi esetre sem lehet a C_2 molekulának tulajdonítani, mert akkor ezen molekula némely sávja abszorpcióban kellene mutatkozzék. A Kozirev-féle kitörés után több megfigyelő különleges foltokat vélt megfigyelni a kráter környékén, de nagyobb műszerekkel végzett megfigyelések ezt nem erősítették meg.

Delaunay és *Weill* francia csillagászok a szürkületi égfényben megtalálták a lithium 6708 Å rezonancia vonalát. (CR. 247. 806.) A lithium a magas légkörben vagy meteorikus eredetű, vagy esetleg nagy magasságban végrehajtott hidrogénbomba-kísérletek terméke.

Sinton az 1958. évi Mars-oppozíció alkalmával megismételte a Mars vegetációjára vonatkozó vizsgálatait. Az 5 m-es Palomar-távcső lehetővé tette, hogy külön vizsgálja a sötét és világos foltokat. Az összes organikus molekulákra jellemző 3,5 mikron hullámhosszú abszorpció csak a sötét részekben mutatkozott. Emiatt nyilvánvaló, hogy az abszorbeáló molekulák nem lehetnek a Mars légkörében, hanem csak a bolygó felszínén. Ez a megfigyelés nagymértékben megerősíti, hogy a Marsnak az évszakokkal változó sötét foltjaiban növényzet van.

Nemrég fedezték fel, hogy a Napon egész rövid tartamú rádiókitörések is észlelhetők. A dwingeloo-i rádiótávcsővel *de Grost* 3 hónapon át szisztematikusan figyelte meg ezeket. A legtöbb időtartama mindössze 0,18 mp. Tartamuk és intenzitásuk között nem talált összefüggést. Egy „rádióvihar” alkalmával negyedmásodpercenként követték egymást a rövid kitörések. (Utrecht Overdr. 26.)

A rádiócsillagászatban különben ismét *Oort* érte el a legérdekesebb eredményt. *Rongoor*-ral együtt a Tejútrendszer központja körül vizsgálták a hidrogén 21 cm-es sugárzását. Eredményük szerint a Tejútrendszer magját körülvevő hidrogénfelhők 50–300 km/mp. sebességgel mozognak kifelé. Valószínű, hogy ez a kiáramló gáz a magot alkotó II. populációs csillagok légköréből származik.

Woltjer holland csillagász nagyszabású dolgozatot írt a Crab-ködről. (BAN 14. 49.) Kimutatta, hogy a köd fonalas részének gerjesztése a centrális csillag ultraibolya fényétől származik, míg a folytonos részének fénye megmagyarázható a relativisztikus elektronok sugárzásá-

val. A köd anyagi összetételében feltűnő, hogy sok a hélium a hidrogénhez képest.

Az RS Ophiuchi rekurrens nova 1958 júniusban újra fellángolt. A maximum után a színekben sok koronavonal mutatkozott. (Obs. 78. 245.)

Walker újabb fotoelektromos megfigyelésekkel kimutatta, hogy DQ Herculis 1934 fogyatkozási görbéje 1954 és 1956 között erősen megváltozott, úgyhogy a fénygöréből nem lehet reális fotometriai elemeket levezetni. A csillag igen rövid, 1 perces periódusú fényingadozást is mutat, melynek amplitudója a 4 órás fődési periódus fázisával változik. Az amplitudó maximális közvetlenül a főfogyatkozás vége előtt, és eltűnik fél periódussal később. Valószínű, hogy ez a rövid periódus a nova fundamentális pulzációs periódusa, és a pulzációból eredő fényváltozást a csillagból kidobott felhők néha lefödik. (Ap. J. 127. 319.)

Egész mostanig szinte szabályként emlegették, hogy nyílthalmazokban, ellentétben a gömbhalmazokkal, nincsenek változócsillagok. Újabban mind több nyílthalmazban találnak Delta Cephei csillagot. (Sandage és Kraft Ap. J. 128. Arp. ib. p. 166.)

Johnson és Mitchell meghatározták a Fiastyúk mind a 262 ismert tagjának HR-diagramját, egész a 16. fényrendig. Amíg a diagram a 12. fényrendig fonálszerű, ezen alul erősen kiszélesedik. A halmazban nincs egy fehértörpe sem, de van több flare-csillag (Ap. J. 128. 31.) Abt talált egy spektroszkópai kettőst is (Ib. p. 139.).

A Tejútrendszerben már 10 éve kimutatták az interstelláris anyagok okozta polarizációt a csillagok fényében. Most Hiltner az Andromeda-ködben is kimutatta ezt a jelenséget. (Ap. J. 128. 9.)

Baade az 5 m-es tükörrel ugyancsak az Andromeda-ködben 5 bolygószerű ködfoltot talált. Ezek fényessége mindössze 22 fényrend. A teljesen csillagszerű objektumokról megfelelő fényképlemez és szín-szűrő kombinációjával sikerült kimutatni ködtermészetüket, felhasználva a Tejútrendszer bolygószerű ködjeiről való ismereteinket, miszerint ezek összes számottevő emissziós vonalai a 4900—5200 Å sávba csnek.

1958. év folyamán a következő fontosabb csillagászati könyvek jelentek meg:

M. Schwarzschild: *Structure and Evolution of the Stars*. Princeton.
Hanbury Brown, Lovell: *The Exploration of Space by Radio*.
New York.

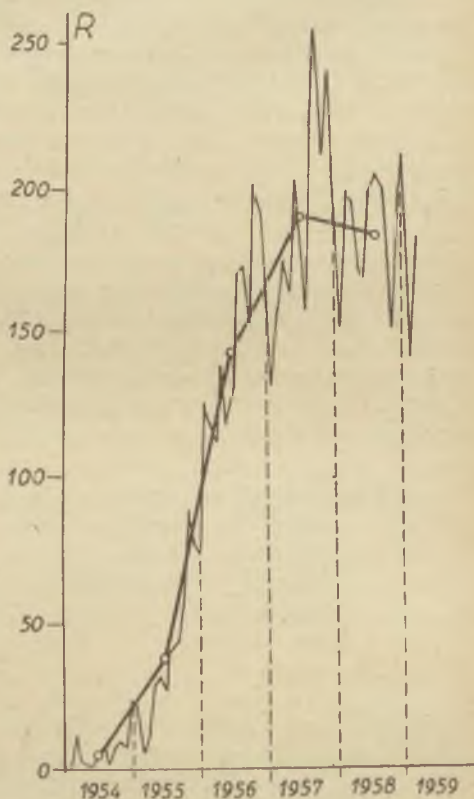
Dungay: *Cosmic Electro-dynamics*. Cambridge.

Azonkívül a *Handbuch der Physik* 50—53. kötetei kitűnő referátumokat tartalmaznak az egész modern csillagászatról.

AZ 1958—59-ES NAPTEVÉKENYSÉG

Nem sokkal vagyunk túl az eddig észlelt legerősebb naptevékenységi időszakon. Éppen ezért az elmúlt hónapok napaktivitása is még igen magas volt és ehhez kapcsolódva a naptevékenység okozta földi jelenségek is erős mértékben léptek fel. Az elmúlt időszakot a napfelszíni tünemények gyakori és intenzív előfordulása, az ezek nyomában fellépő földi jelenségek — sarkifény, mágneses zavarok, ionoszféra viharok, időjárási és élet-tani rendellenességek — jellemezték. A következőkben ezeket kívánjuk röviden összefoglalni.

A naptevékenység legutóbbi maximuma, mint azt a nemzetközi észlelőhálózat adatainak feldolgozása mutatja. 1957 szeptember—októberében volt. A maximum időpontját tehát 1957/58-ra helyezhetjük. Ámbár ezek szerint jelenleg már az aktivitás csökkenő ágában vagyunk, ez a csökkenés igen kis mértékű volt az elmúlt időszak alatt. Jól mutatja ezt a 14. ábra, melyen a napfolt-relatívszámok (l. az 1959-es *Csillagászati Évkönyv*, 122. oldalát) ér-



14. ábra. A napfolt-relatívszám évi közepének (rastag vonal) és havi közepének (váltakozó vonal) változása 1954 január—1959 márciusa között. (A zürichi Svétségi Csillagvizsgáló adatai alapján.)

tekeit tüntettük fel a legutóbbi — 1954-es — minimumtól 1959 első negyedéig. A vastagon kihúzott vonal az évi közepes napfolt-számokat, a vékony vonal a havi közepeket köti össze. Mint a grafikonon látható, a relatívszám (R) 1954-től gyors emelkedést mutatott. 1956-ban már igen jelentős kiugrások mutatkoztak a havi középértékekben, a következő év során pedig a havi közepes napfolt-relatívszám a 250-t is meghaladta, ami az elmúlt évszázadokban példa nélkül áll. A relatívszámok értéke 1958-ban sem csökkent erősebb mértékben, sőt 1958. jan., aug., szept. és 1959 jan. hónapjaiban továbbra is 200 felett volt. A csökkenés tehát az emelkedés szakaszához képest lassú, ezt mutatják az évi közepes relatívszámok is: 1957-ben az évi közép 189,9, 1958-ban 182,9.

A naponta észlelt napfolt-számok szintén erős ingadozást mutattak. Bár a napi relatívszám-értékek — a *zürichi Szövetségi Csillagvizsgáló* skálájában számítva — a 300-at csak ritkán lépték túl, de több esetben meghaladták a 275-öt, így 1958. január 15, március 28, április 2, július 30, augusztus 1, 1959. január 31 és február 23-án. A legmagasabb volt az R 1958. március 31-én 342-es relatívszámmal. A legalacsonyabb relatívszámokat 1958. november 9—20 és december 19—21, valamint 1959 márciusában észlelhettük, ekkor az R 100 alatt volt.

A tapasztalatok szerint a napfolt-maximumok után már kis számú, de igen nagy méretű foltok és foltcsoportok tűnnek fel a Napon. Ezt jelenleg is tapasztalhattuk: igen nagy volt az óriási méretű foltok (és csoportok) gyakorisága. *Budapesti* megfigyelések szerint 13 esetben oly nagy foltok jelentkeztek, hogy azokat puszta szemmel — sötét üvegen keresztül — látni lehetett. E foltcsoportok hossza meghaladta az 50 000 km-t, területük pedig a napfélgömb 750 milliomod részét. Óriásfoltok és csoportok az alábbi időpontokban jelentkeztek:

1958. február	12—15	1958. június	7—10
március	5—7	június	18
március	28—29	július	12
március	31—április 4	július	17—20
április	29	augusztus	11—14
május	1—7	augusztus	19—21
		október	16—19

A legnagyobb csoportok területe elérte a napfélgömb felszínének 1490, 1920 és 770 milliomod részét*.

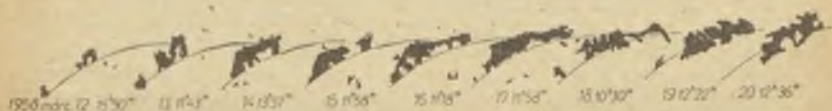
A század elején *F. G. Hale* megállapította, hogy a foltok minimum idején a napegyenlítő-től távol keletkeznek, majd a naptevékenységi

*Fejcs Imre összeállítása alapján.

ciklus folyamán egyre inkább az equator felé húzódnak. Ezt a jelenséget most is észlelhettük. Jelenleg már igen sok foltcsoport képződik a napequator közelében. Ugyancsak érdekes a foltok eloszlása a Nap északi és déli félgömbjén. Itt határozott aszimmetria lép fel. A maximum előtt a foltok zömmel a Nap déli féltekéjén tűntek fel, jelenleg a gyakoriság az északi félgömbre tolódott.*

A napfelszín egyéb jelenségeiben a csökkenő naptevékenység már erősebb mértékben jelentkezett, bár ezek gyakorisága és intenzitása is viszonylag még eléggé nagy.

Napjainkban is igen sok *protuberancia* észlelhető. Közöttük sok a magasra emelkedő vagy heves, eruptív jellegű. Nem egy protuberancia magassága meghaladta a 150 000 km-t. Az előfordulási gyakoriság azonban már a napegyenlítő közelébe tolódott, míg maximumnál a protuberanciák a sarkok körül is gyakoriak. Itt tehát már mutatkozik a minimum közeledése. (Egy nagyobb protuberancia mozgását és a Nap forgása következtében előálló helyzetváltozását a 15. ábra mutatja.)



15. ábra. Egy nagy protuberancia változása a Nap déli pólusának közelében 1958. március 12—20 között. (A freiburgi Fraunhofer Intézet adatai alapján.)

A *fáklyák* főként a napfoltok mellett lépnek fel és híven követik azok változását. Néhány esetben azonban erős fáklyákat észleltünk a sarkok környékén is. A fáklya-intenzitás is határozott csökkenést mutatott. Hasonló a helyzet a *napkitörésekkel* (erupciók, flare-ek) is, melyek főként nagyobb napfoltcsoportok területén belül jelentkeznek. A maximum idejéhez képest azonban már csökkent a számuk: 1957 második félévében 32 nagyobb eruptiót észleltek, 1958 első félévében már csak 19, a másodikban pedig 17-et. Ez már csak azért is jelentős, mert az eruptiókból kilövelt korpuszkuális és ibolyántúli sugárzás okozza a legtöbb földi zavart.

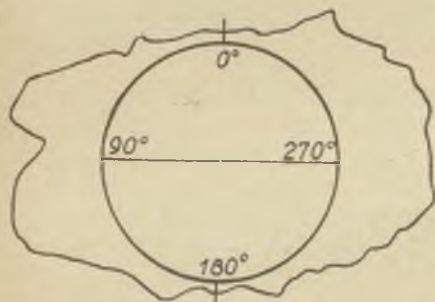
Erősen minimum típust mutat a *napkorona*. Amíg maximum körül a korona az egész napgömböt egyenletesen veszi körül, addig minimumkor az egyenlítő mentén nyúlik el. Bár még a nappólusok közelében is észlelhetők néha erős koronasugarak, mégis a korona feltűnése jobbára a napequator környékén nagy és kiterjedt. Ez jól látható 16. ábránkon, amely a Nap intenzívobb, ún. belső koronájának jellegzetes képét

* Szántó András összeállítása alapján.

mutatja. Csökkenést mutat a Nap rádiósugárzása is, mely napról napra követi a foltok változását.

Összefoglalva: bár a most folyó, 19-es sorszámú naptevékenységi ciklus maximumán túl vagyunk, és egyes napfelszíni jelenségek máris erős csökkenést mutatnak, a napaktivitás általában még magas és

jóval meghaladja néhány kisebb maximum erősségét. A naptevékenység leszálló ága lapos, a csökkenés kismérvű, gyakran erős fellángolásokkal tarkított. (Ezt az 1947-es maximum után is tapasztalhattuk.) Az eddigi, statisztikai alapon végzett számítások szerint a minimumot 1964-re várhatjuk.



1959 febr. 12 11^h00^m

16. ábra. A napkorona alakja 1959 február 12-én. (Az ausztriai Kanzelhöhe bei Villach-i obszervatórium adatai alapján.)

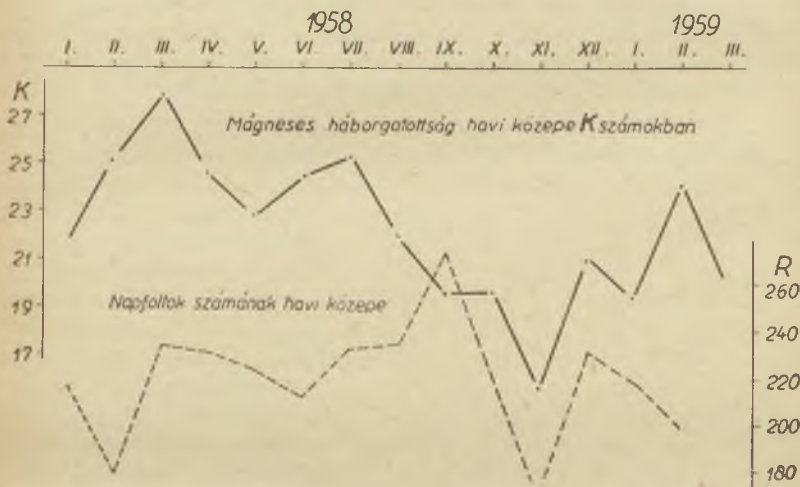
Az erős naptevékenységet ennek megfelelő földi jelenségek is kísérték. Határozottan mutatkozott ez a mágnességben és a sarkifények gyakori feltűnésében.

A mágneses elemek szabályszerű változásait vizsgálva megállapíthatjuk, hogy a deklináció középértéke 1958 júliusában $0^{\circ}10',6$ nyugatra, 1959 márciusában $0^{\circ}07',0$ nyugatra, tehát csökkenő. Az átlagos változás havonta $-0',4$, ami évente kb. 5 perc változást jelent. Eszerint Tihanyban a 0° deklináció, amikor is a mágneses északi irány a csillagászatival azonos, 1960 nyári hónapjaiban fog beállni; ez a jelenség csak minden 200–250 évben ismétlődik, mivel a mágneses deklináció változásának periódusa az eddigi mérések szerint kb. 450 év.

A horizontális és vertikális mágneses intenzitásban a növekedés 20, ill. 30 gamma, az évszázados változásnak megfelelően.

Nagy mágneses változások, mágneses viharok csak ritkán jelentkeztek, ritkábban, mint a megelőző két év során. Feltűnően nagy háborgás csak az 1958. július 8-i volt, melyben a horizontális összetevő 450 gammát változott rövid néhány óra alatt. Ez több, mint a szabályos napi ingadozás tízszerese. A nagyobb mágneses viharok idején hazánkban is észlelhattünk sarkifényjelenséget. E két tűnemény kapcsolatban van egymással, mivel a mágneses viharokat okozó napkitörések korpuszkuláris sugárzása a sarkifénynek is forrása lehet. Hazánkban azonban a sarkifény ritkán figyelhető meg, észleléshez ugyanis tiszta, felhőtlen idő szükséges. Ez az oka annak, hogy a mágneses háborgások időszakának csekély hányadában figyeltek meg hazánkban sarkifényt.

A mágneses elemek háborgatottságának fokát általában 3 órás szakaszonként határozzuk meg és a változás nagyságától függően 0, 1, 2, ... 9 számokkal, a karakterszámokkal jellemezzük, melyek közül a 9-es a legerősebb háborgásnak felel meg. A karakterszámok havi középértékeit a 17. ábra mutatja, összevetve a TIT Uránia Csillagvizsgáló által megállapított napfolt-relatívuszámok középértékeivel. A kettő között eléggé jó kapcsolat látszik.



17. ábra. A mágneses háborgatottság havi közepi (K) és a napfolt-relatívuszám havi közepi (R) 1958 január—1959 március között. (Eötvös Loránd Geofizikai Intézet tihanyi obszervatóriumának, ill. a TIT Uránia Csillagvizsgáló észlelései alapján.)

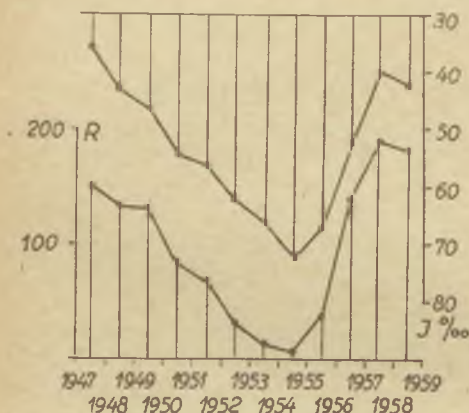
A legmagasabb karakterszámok nagyjából az erős napkitörések után voltak mérhetőek. Különösen kiugró volt a karakterszám-érték a sarkifényes napokon.

Hazánkban az elmúlt időszak során négy esetben tűnt fel sarkifény. Ilyen nagy gyakoriság igen ritka, és csak az erős naptevékenységnek tudható be. A sarkifényes napok a következők voltak :

Dátum	Mettől	Meddig	Erősség
1958. február 11-én	21 ^h	23 ^h	erős
július 8-án	21	23	gyenge
szeptember 4-én	19	23	igen erős
december 4-én	20	21	gyenge

Az erős ionoszféra viharok is még gyakoriak voltak. Ezek időpontban nagyjából összeestek a mágneses háborgásokkal. Ez érthető, hiszen az ionoszféra zavarokat jórészt a Napnak erős sugárzásnövekedése okozza, ugyanezek a korpuszkuláris sugarak hozzák létre a sarkifényt és a mágneses viharokat is. Az ionoszféra nappali zavarait főként az ibolyántúli sugarak növekedése kelti, e sugarak ugyancsak az erupciókra, kisebb mértékben a fáklyákra és protuberanciákra vezethetők vissza. Különösen erős ionoszféra viharok jelentkeztek a sarkifényes napokon. Érdekes, hogy a középhullámú rádióvételei viszonyok ilyen esetben az átlagnál jobbak voltak. (A mágneses viharok és az ionoszféra zavarok a cikk végén közölt táblázatban találhatók.)

A kozmikus sugárzás ingadozásában ellentétes értelemben mutatkozik a Nap sugárzásváltozása. A naptevékenység növekedésével a kozmikus sugárzás erőssége csökken. Jól látható ez a 18. ábrán, ahol párhuzamosan ábrázoltuk a nap-



18. ábra. A kozmikus sugárzás intenzitásának évi közepes (I^0_{00}) és a napfolt-relatívszám évi közepének (R) változása 1947–1958 között. (A Christchurchi obszervatórium, ill. a zürichi csillagvizsgáló adatai alapján.)

huzamosan ábrázoltuk a napfolt-relatívszámokat (R) és a kozmikus sugárzás ezrelékekben mért intenzitás változását (I^0_{00}) az 1947-es maximumtól 1958-ig. (Évi középértékekben.) A naptevékenység változásával a kozmikus sugárzás-csökkenés mintegy 3–4 ezreléket tesz ki, a sugárzáscsökkenés teljesen párhuzamos a naptevékenység növekedésével*.

A kozmikus sugárzás erősségének jelentős esése észlelhető nagyobb mágneses viharok után. Az 1958/59-es időszakban főként a sarkifényes napokat követően figyelhetők meg a sugárzás gyengülését. Igen erős sugárzáscsökkenés állt be 1958. február 11, július 8 és szeptember 4 után, e három időszak megegyezik a sarkifényes napokkal. Általában a kozmikus sugárzásváltozás a nagy mágneses viharokkal kapcsolatos, így 1958. január 21 és április 14-én is tapasztalhattuk a sugárzás gyengülését. Erős és hosszan tartó csökkenés állt be március 21-től kezdve, ez, valamint a december 4-i és 1959. február 11-i csökkenés szintén mágneses háborgásokkal volt nagyjából párhuzamos.

* 1. S. E. Forbush : *Cosmic-ray Intensity Variations during two Solar cycles*. (Jur. of. Geophysical Research. Vol. 63, No. 4. 1958.)

A kozmikus sugárzás esetében a légkörbe kerülő elsődleges részecskék mennyisége nagyjából változatlan és nem függ a naptevékenységtől. A talajszintig lejutó másodlagos részecskék száma azonban a földmágneses tér és a magaslégkör hőmérsékletének ingadozásával megváltozhat. Ily módon lényegében egy közvetett jelenséggel állunk szemben, amennyiben a naptevékenység mágneses zavarokat, ill. a magaslégkörben előálló felmelegedéseket okoz, ezek hozzák létre a sugárzás csökkenését*.

Az időjárás és a naptevékenység és az időjárás kapcsolatát illetőleg már múlt évi *Évkönyv*ünkben is megállapítottuk, hogy hazánkban az erősebb napfoltszám emelkedést 5—10 nappal később 2—5° C felmelegedés követi (*Csillagászati Évkönyv*. 1959. 124. lap.). Ezenfelül egy kb. 3 havi periodicitás is jelentkezett a naptevékenységben és az időjárásban, főként a téli félév során. Ez utóbbi periódust megtaláljuk 1958/59 telén is. A legmelegebb időszakok *Budapesten* ismét 80—90 napnyi időközben követték egymást. (Okt. első fele, dec. vége és márc. második fele.) Valószínűleg a kb. 80—90 napos szakaszszerűség a naptevékenységen a Nap forgásából származó 27 napos és az időjárás földi eredetű, mintegy 40 napos periodicitásának összeszővődéséből áll elő.

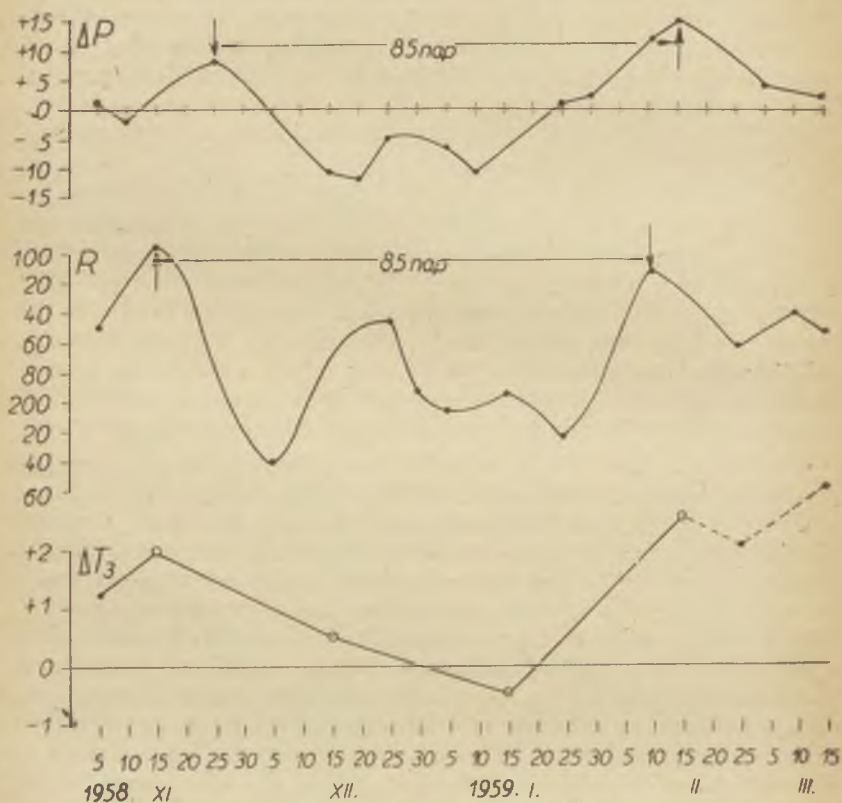
Érdekesége az 1958/59-es téli félévnek, hogy a légnyomás nagyvonalú változása nov. 20 és febr. 13 között egy nagyon szép 85 napos hullámot ír le (19. ábra), melynek minimuma jan. 9-re esett. A görbében úgy a 27, mint a 40 napos periódus felfedezhető. Jól látható, hogy a légnyomás maximumok a naptevékenység minimumait 5—10 napos késéssel követték; a nyomás minimumai pedig az emelkedő relatívszám után következtek. Ilyen szép együttfutás a szoláris és földi jelenségek között a megelőző maximum idején, 1947-ben jelentkezett *Hamburg* hőmérsékletében. Ezzel kapcsolatban *Rodewald* megállapította, hogy a naptevékenység erőteljes emelkedéseit az atlanti térségben a légnyomási ellentétek fokozódása, vagyis a nyugati szél erősödése követi.** A naptevékenység gyengülése az észak-déli szelek (meridionális légáramlás) fellépését idézi elő.

A mostani *budapesti* esetben a hőmérséklet változásai szintén együtt futottak a naptevékenység nagyvonalú változásaival, amennyiben a minimum idején általában meleg szakaszok jelentkeztek. Ettől eltérés csak februárban volt, melynek azonban az egymás feletti lég rétegek hőmérsékletével okát tudjuk adni.

* A Központi Fizikai Kutató Intézet kozmikus sugárzási osztályának és a moszkvai NIZMIR közleményeinek alapján. Részletesen 1.: Bartha L.: *Physikalische Blätter*. Vol. 10. No. 9. 1959.

**Részletesen 1.: Rodewald: *Ann. der Meteorologie*. Vol. 7. 188 lap.

A novemberi magaslégnyomású helyzet nálunk 2 hétig állt fenn (16-tól 29-ig). Februárban 20-ig uralkodott az anticiklonális helyzet, de a légnyomás már januárban is magas volt. Az ilyen tartós anti-



ΔP = a budapesti légnyomás } öt napi közepe
 R = a relatívszám
 ΔT_3 = a 3 km-es szint hőfokának havi közepe 1958/59 télén

19. ábra. A légnyomás átlagtól való eltérése (ΔP), a zürichi napfoltszám és a légkör három kilométeres szint hőmérsékletének eltérése az átlagtól (ΔT) 1958. november 1 és 1959. március 15 között. (Az Orsz. Meteorológiai Intézet budapesti adatai alapján.)

ciklonális időjárás uralkodását a meteorológiában „blocking”-nak nevezik, mert a kialakult magas légnyomás hosszú időre megátolja az egyébként gyakori ciklon-átvonulásokat. Az ilyen lezáró — „blockoló”

— anticiklon felett a levegő mindig meleg, mivel szubtrópusi eredetű. Valószínűnek látszik a 6. ábra alapján (a legalsó görbe), hogy a naptevékenység csendes szakaszai segítik a szubtrópusi levegő előnyomulását észak felé, ami a hideg jellegű anticiklonok fölé jutva lezáró jellegűvé teszi azokat. Ez ismét összhangban áll *Rodevald* már említett megállapításával. Kimondhatjuk tehát, hogy az 1958/59-es téli félévben jelentkező 85 napi szakaszt a „blocking” helyzetek fellépésében kapcsolatba hozhatjuk a naptevékenység ugyancsak 85 napos szakaszban jelentkező foltszám-ritkulásával. E szép párhuzam létrejöttéhez azonban az is szükséges, hogy a naptevékenység ingadozása a földi eredetű 40 napos ciklussal megegyező fázisban lépjen fel. Ez természetesen csak szerencsés körülmények között állhat elő, a hőmérsékletben pedig még kevésbé várható, mint a légnyomásban, mert a légnyomásváltozásuk nálunk nagy általánosságban télen és nyáron ellentétes hőmérséklet-ingadozást keltenek.

Ma még nem tudjuk, hogy a naptevékenység korpuszkuláris vagy ibolyántúli sugárzás-változása okozza-e a fenti hatásokat. Nagyon valószínű, hogy a két sugárzás együttesen szerepel, csak más-más mechanizmust indítanak meg a légkörben. Lehetséges pl., hogy a szubtrópusi előretörések az ultraviola sugárzás ingadozásainak tulajdoníthatók.

Az emberi szervezet reakcióival és a naptevékenységgel az Országos Rheuma és Fürdőügyi Intézet (ORFI) Balneológiai kutatóintézetének meteorobiológiai és klimabiológiai osztályán foglalkoztak behatóbban. Nagy lendületet adott a kutatásoknak az orvosemeteorológiai prognózisok megszervezése. A kórképek előrejelzése a meteorológiai és napfelszíni jelenségek figyelembevételével történnek. Ez utóbbi vizsgálatokat a napfoltok és napkitörések adatainak — valamint mágneses viharoknak — egybevetésével eszközöljük.

Az alapvető vizsgálatokat ezen a téren *Vallot, Sardon, Faure és Bíró* végezték. Kimutatták, hogy a halálesetek, öngyilkosságok halmozódása, a legyengült szervezet általános rosszabbodása, fokozott ingerlékenység, agyvérzés, embólia, szívbetegek nehéz légzése kapcsolatba hozható a napfoltok elhelyezkedésével. *Csijevszkij* bebizonyította, hogy egyes járványok feltűnően nagyfokú kapcsolatot mutatnak a relatívszám emelkedésével.

A biológiai hatást naponként szemlélve figyelembe kell venni a Nap középvonalán és centrális zónájában tartózkodó foltokat, valamint a keleti peremen belépőket is. Nagy segítséget nyújtottak a Nemzetközi Geofizikai Együttműködés adatai is. Ezenkívül naponta kaptunk adatokat a TIT Uránia Csillagvizsgálójából. Orvosemeteorológiai előrejelzéseinkben ezen adatokat kétféleképpen használjuk fel:

1. Megfigyeléseink során valószínűnek látszott, hogy zavartalan időjárási helyzetben is hatnak a szoláris tényezők, bár a hatás mechanizmusát jelenleg még nem ismerjük. Igen nehéz az időjárási és szoláris hatások elkülönítése, az elmúlt időszakban csak hat alkalommal lehetett tisztán a naptevékenységgel számolni. Ezért nem állt módunkban a korrelációs számítás elvégzése.

2. Azt az érdekes megfigyelést tettük, hogy adott időjárási helyzetben a szervezetre ható szoláris terhelés sokkal nagyobb, mint egyébként. Anticiklonális helyzetekben a hatás sokkal kisebb, mint ciklonálisan, ilyenkor a gyenge frontátvonulás is erős reakciókat válthat ki. Eppen ezért az időjárási és a naphatásokat együtt is vizsgálat alá vettük.

Álljon itt néhány példa, először a tiszta naphatásra, időjárási tényezőktől mentesen: 1958. jún. 16—17-én agyvérzéseket, 1959. márc. 21—22-én fejfájásokat és indokolatlan lázkiugrásokat találtunk.

A második esetre különösen az 1958. dec. 13-án kitört mágneses vihar jó példa, melynek következtében a hirtelen halálozások halmozódása jelentkezett, bár a szervezetet érő időjárási-effektus csak közepes volt. Még jellemzőbb volt talán erre 1959. február 26—27-e, amikor szintén mágneses vihar tört ki. Ekkor 10 tachycardiális rohamot, 10 tensióemelkedést, 10 beteg általános rosszabbodását, 2 szívbetegnél nehéz légzést, 2 tuberculotikusnál vérköpést, 2 szemműtét utáni bevérzést és több embóliát, ill. hirtelen halálesetet találtunk. Ilyen hatások az egyébként gyenge időjárási jelenségeknél máskor nem léptek volna fel.

E vizsgálatok megerősítik néhány — a szerző által már régebben megállapított — tény helyességét. Ezek szerint a szoláris tényezők közül hatásoz lehet:

1. A Nap középvonalának közelébe eső foltcsoportok nagysága.
2. A Nap-képen hirtelen keletkező foltcsoportok.
3. Erős mágneses viharok kitörése, melyeknek napkitörések az indikátorai.
4. A relatív szám egyik napról a másikra történő legalább 40—50-nél történő gyors emelkedése.

Megjegyzés: A fenti beszámoló naptevékenységről és kozmikus sugárzásról szóló részét íj. Bartha Lajos, a TIT Uránia Csillagvizsgáló munkatársa, a meteorológiai részt dr. Berkes Zoltán osztályvezető (Országos Meteorológiai Intézet), a mágnességet és sarkifényt Nyitrai Tibor, az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet tudományos munkatársa (Tihany), a biológiai részt pedig Örményi Imre, az ÖRFI tudományos munkatársa állította össze.

Zürichi napfolt-relatívszámok 1958

I.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	214	138	109	209	250	200	180	279	200	210	217	241
2	213	148	90	292	246	154	164	250	221	217	201	234
3	200	146	140	245	269	181	190	210	230	200	174	228
4	217	144	185	245	268	195	213	177	240	155	175	221
5	191	148	203	244	267	195	222	198	205	152	138	238
6	192	156	215	212	223	176	240	209	220	133	131	218
7	205	156	220	246	198	185	231	223	175	120	98	242
8	210	157	187	246	177	200	218	230	160	105	114	262
9	232	164	177	204	150	209	207	265	165	103	85	247
10	252	257	181	197	181	200	219	255	219	117	89	232
11	253	165	168	159	166	193	165	271	245	106	76	224
12	255	177	156	140	160	193	137	228	268	114	84	211
13	262	163	145	127	214	176	149	220	265	139	91	198
14	270	174	158	96	103	160	143	202	239	136	93	185
15	284	154	165	99	106	131	142	190	230	149	90	150
16	290	129	155	108	110	100	144	177	206	219	90	142
17	247	135	164	147	116	113	160	163	189	208	72	124
18	230	137	162	168	123	100	181	152	205	235	67	109
19	212	139	155	191	140	114	196	128	187	225	92	91
20	190	145	154	192	132	107	192	131	163	231	94	77
21	171	152	156	218	162	141	208	145	156	202	108	92
22	173	150	163	212	165	148	184	160	172	242	131	114
23	192	160	187	201	171	184	178	200	175	230	142	150
24	137	145	204	181	204	189	170	177	174	173	161	185
25	137	187	180	206	192	199	179	207	161	166	188	222
26	143	160	194	182	170	183	213	180	169	158	224	239
27	182	141	226	190	157	178	238	196	177	152	243	206
28	160	118	292	198	160	174	250	202	208	172	258	170
29	130	—	302	270	192	200	274	238	218	200	271	162
30	110	—	338	208	178	159	280	238	189	187	254	172
31	132	—	342	—	181	—	263	220	—	210	—	156
Köz.	202,8	151,6	199,4	195,0	175,2	167,9	197,7	203,9	200,9	173,1	141,7	185,2

Évi közép: = 182,9

Igen erős napkitörések

II.

A Fraunhofer Intézet adatai alapján, 1958. I. — 1959. III. között
 1958. január 25 július 29
 március 1 augusztus 16
 március 3 augusztus 22
 március 23! szeptember 14!
 június 19 szeptember 18
 július 7 november 24
 ! = az észlelési időszak legerősebb erupciói.

Mágneses és ionoszlórá zavarok 1958. VII. 1. — 1959. III. 31. között III.

Dátum	Horizontális intenzitás változás	Ionoszlórá vihar	Sarkifény
1958. július	8 450 gamma	—	gyenge
	9 —	—68%	nincs
	21 180 gamma	—	nincs
	22 —	—30%	nincs
augusztus	17 220 gamma	—	nincs
	18 —	—43%	nincs
	25 —	+35%	nincs
	27 180 gamma	+25%	nincs
szeptember	4 290 gamma	—22%	erős !
	5 180 gamma	—	gyenge??
	6 —	—28%	nincs
	15 —	+30%	nincs
november	28 —	—33%	nincs
december	4 230 gamma	adat nincs	gyenge
	13 190 gamma	adat nincs	nincs
1959. február	11 170 gamma	adat nincs	nincs
március	27 220 gamma	adat nincs	nincs

DR. KULIN GYÖRGY:

A CSILLAGOS ÉGBOLT MEGISMERÉSE

A csillagászat műveléséhez nélkülözhetetlen az égbolt ismerete. De ha még amatőr fokon sem kívánunk csillagásszá lenni, hasznos dolog ismerni a legfontosabb csillagképeket. Sokszor kerülhetünk olyan körülmények közé, amikor az égtájak felismeréséhez egyetlen útmutatónk a csillagos égbolt.

Ahhoz, hogy el tudjunk igazodni a csillagok sokaságában, nem szükségesek magasabb csillagászati vagy fizikai ismeretek. A tájékozódáshoz még az sem szükséges, hogy valamennyi csillagkép nevét ismerjük. Elegendő a legfontosabbakat tudni, főként azokat, amelyekben fényes csillagok találhatók, vagy alakjuk feltűnően jellegzetes.

Egy jó autóvezető sem ismeri a főváros valamennyi utcáját, de ismeri a főútvonalakat és a kerületek fekvését.

A csillagos égbolt is kerületekre — csillagképekre van osztva. Ugyanúgy, ahogyan a kerületek és megyék határait lerögzítették, megvonták a csillagképek pontos határait is. Régebben ezek igen zegzugosak voltak, ahogyan a csillagképet ábrázoló emberi és állati alakok körvonalai kirajzolódtak. Ma már — annak ellenére, hogy a régi legendás csillagképneveket megtartották — a határvonalakat egyenes vonalakkal helyettesítették.

Sokakat az zavar, hogy a csillagképek égtájak szerinti fekvése folyton változik. Ez valóban így van. A kupola alakúnak tűnő égbolt egy nap alatt körbefordul. Az a csillagkép, amely napnyugtakor keleten feltűnik, éjfél felé déli irányba vándorol és hajnalban nyugaton lebukni készül. Éppen ez a mozgás ad módot arra, hogy a csillagok mozgásából a természetben élő emberek időtartamokat tudnak mérni.

Ha a magyar pásztor este subájára dől, emlékezetébe vési a csillagképek állását. Ha éjjel álmából felriasztjuk, csak feltekint az égre s abból, hogy mennyit mozdult el valamelyik csillagkép, meg tudja becsülni, mennyi idő telt el álomban, s mennyi lehet még a pirkadásig. Azok a csillagok ugyanis, amelyek keleten kelnek, pontosan 12 óra hosszát vannak a látóhatár fölött. Egy óra alatt annyi utat tesznek,

mint amennyit kinyújtott karral egy kisarasz átér az égen. Ennyi a Nap, a Hold és a bolygók egy órai elmozdulása is.

De megváltozik az égbolt képe az évszakokkal is. Azok a csillagképek, amelyek ma a keleti égbolton napnyugta után kelőben vannak, félév elteltével napnyugtakor már nyugodni készülnek. Más az esti órákban a Göncöl állása minden évszakban.

Ezek a mozgások azonban nem változtatják meg az égi térképet, ugyanúgy, ahogyan egy földrajzi térképen sem változik azáltal a helyzet, ha a térképet fordítva vagy elferdítve tesszük elénk. A megyék és városok egymáshoz viszonyított helyzete ugyanaz marad.

A csillagképek tehát úgy mozognak, mintha egy merev égi kupolára lennének festve, s csak a kupola forog körbe.

Ezeket a jelenségeket mindenki tapasztalta már, aki csak néhány csillagképpel is ismerős. Tudjuk jól, hogy a téli égbolt ragyogó csillagképeit, a Bikát a Fiastyúkkal, a Kaszást, a Nagy Kutyát hiába keressük a nyári égbolton. Azokat nyáron nem láthatjuk, mert fényes nappal vannak a látóhatár fölött.

Éppen ezért nevezzük a csillagokat állócsillagoknak, mert egymáshoz viszonyított helyzetüket nem változtatják meg. (Legalábbis észrevehető módon nem, még emberöltők alatt sem, annak ellenére, hogy a valóságban a csillagok roppant sebességgel más-más irányban mozognak.) Úgy mozognak a csillagképek, mintha valóban mozdulatlanok lennének az égbolton. A Göncöl alakját nagyapáink is ilyennek látták, mint amilyennek mi ismerjük.

Mivel pedig a csillagok mértani elhelyezkedése, a csoportosulások jellegzetes alakja változatlan, bizalommal kezdhethetjük el ismerkedésünket az égbolttal.

A legkönnyebben felismerhető csillagkép a Nagy Göncölszekér. Ez a csillagesoport az év minden szakában hazánk látóhatára fölött jár. Nappal sem merül a látóhatár alá. Erről majd 1999-ben meg is győződhetünk, amikor teljes napfogyatkozás lesz s a pár percig tartó elsötétedés ideje alatt a nappali égen feltűnnek a fényesebb csillagok.

Tőlünk az északabbra fekvő földrajzi helyeken hasonló a helyzet, az ottlakók is állandóan látják a Göncölszekeret. De nem így a déli félgömbön. Már az Egyenlítő lakói is csak időnként láthatják. Náluk a Göncöl kel és nyugszik, a déli félgömb lakói pedig sok helyen nem is ismerik ezt a számunkra oly kedves csillagképet. Vannak ugyanis helyek, ahol soha nem jön a látóhatáruk fölé. Ugyanúgy, amint mi sem láttuk itthonról a Dél Keresztjét, amiről pedig sokat olvashatunk útleírásokból.

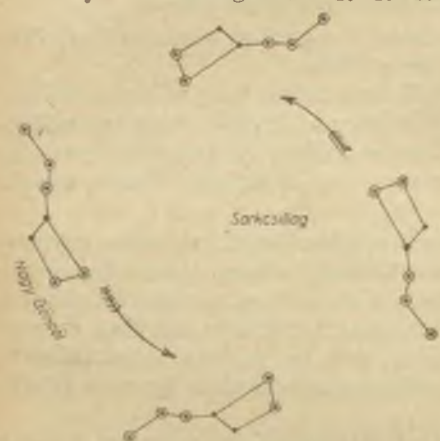
A Nagy Göncöl lesz az útmutatónk. Belőle kiindulva csaknem minden jelentős csillagképet felkereshetünk. A Nagy Göncölt a görögök Nagy Medvének nevezték, ami latinul Ursa Major s a tudományos

csillagászat is ezt a nevet vette át. A görög legenda szerint a Nagy Medve nem más, mint Kallisto, Lykaon király leánya, akit atyja bűnéért az istenek medvévé változtattak s büntetését még azzal tetézték, hogy soha nem fürödhet meg az Óceán vizében. E primitívnek látszó mese mögött az a felismerés rejtőzik, hogy a görögök is jól tudták már, hogy a Nagy Göncöl mindig a látóhatár fölött jár.

A magyar népnek is sokféle szájhagyománya fűződik ehhez a csillagképhez. Egyes vidékek legendája szerint Göncöl, mint híres táltos, szerte járt az országban, hogy gyógyítsa a betegeket, még a fákkal és

madarakkal is tudott beszélni. Halálát senki nem látta. Az égbe szállt, s egyszer csak ott tűnt fel görbe rúdú szekeren. De azt is mondják, hogy Göncöl nem más, mint Konrád császár, akit Lehel kürtjével agyonsújtott, mielőtt kivégezték.

És ki ne hallott volna Hüvelypiciről, a Kishéresről, az Ostorosról? Az a kis csillag az, amely a Göncölszekér rúdjának középső csillaga mellett látható. Mondják is a kevély emberre: „Azt hiszi, hogy ő hajtja a Göncölszekeret.”



20. ábra. A Nagy Göncöl egy nap alatt körbe fordul a Sarkcsillag körül. Ugyanezt tapasztaljuk egy év leforgása alatt

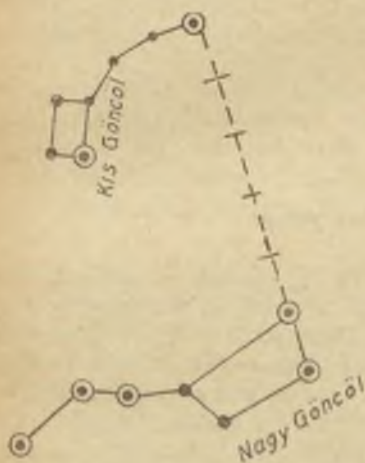
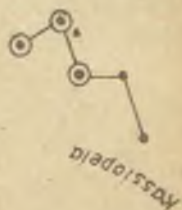
A régiek jobban ismerték a csillagképeket, mint a mai nemzedék. Mesemondó nagyapák, öreg pásztorok még ma is sokat tudnak mesélni a csillagokról. Együtt éltek velük, hiszen ez volt az órájuk és az iránytűjük.

A Nagy Göncöl alapján könnyen megtalálhatjuk az égboltnak azt a mozdulatlan pontját, amely körül az egész égbolt forogni látszik. A képzelet szerint 7 csillag alkotja a Göncölszekeret. Ebből négy alkotja a kereket és három a rúdját. Keressük meg a szekér két hátsó kerekét jelző csillagot. Kössük össze képzeletben a két kereket egy vonallal s azt hosszabbítsuk meg ötszörösen. Az égnak ezen a helyén egy közepes fényességű csillagot találunk, ez a Sarkcsillag. Ehhez egészen közel van az égboltnak az a pontja, amely mozdulatlan, amely körül forogni látjuk az egész égboltot. Voltaképpen a Sarkcsillag is körbefordul egy nap alatt, de ez a mozgás oly kis köríven történik, hogy alig vehetnénk észre gondos megfigyeléssel. Ezért megközelítő pontossággal mond-

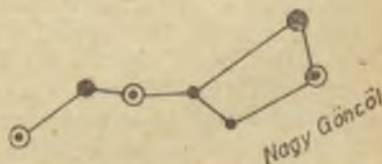
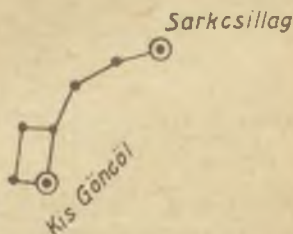
hatjuk, hogy a Sarkcsillag helyzete változatlan. Egy-egy földrajzi helyről nézve mindig kijelöli az északi irányt. A látóhatárfeletti magassága pedig megadja a földrajzi szélességet, legalábbis körülbelüli pontossággal. Budapest északi látóhatára fölött pl. mindig 46,5–48,5 fok magasan látható. (Budapest földrajzi szélessége 47,5 fok.)

Ma már tudjuk, hogy az égbolt körbefordulása látszólagos jelenség, voltaképpen a Föld forog tengelye körül s az égbolt forgása ennek a mozgásnak tükröképe. Az égi pólus tehát az égboltnak az a pontja, ahova a Föld forgástengelye mutat.

Ha megtaláltuk a Sarkcsillagot, azt is felismerhetjük, ez nem más, mint a Kis Göncöl-szekér rúdjának utolsó csillaga.



21. ábra. A Sarkcsillag felkeresése a Nagy Göncöl segítségével



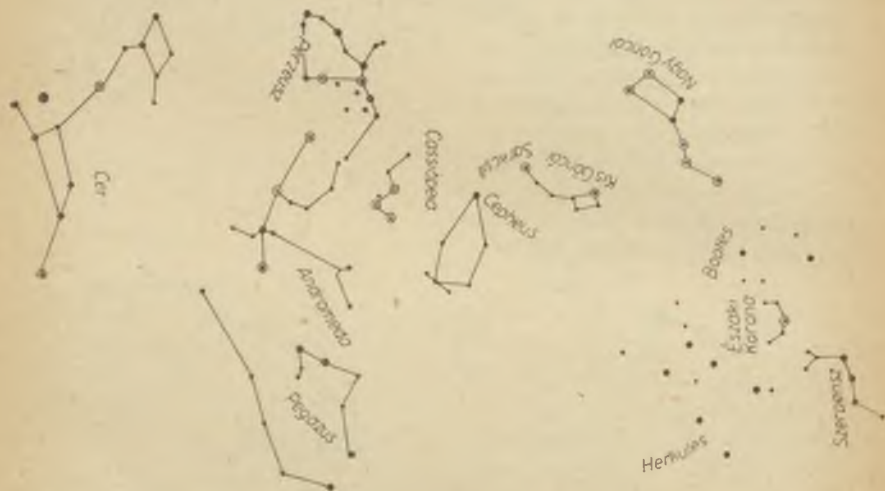
22. ábra. A Nagy Göncöl és a Kassziopéja együtt alkotja a nagy égi mérleget

Ez a csillagkép alakra nagyon hasonlít a Nagy Göncölhöz, csupán kisebb méretű, csillagai halványabbak és helyzete fordított állású. Időgen néven Kis Medvének, Ursa Minor-nak nevezik.

Vonjunk most egyenest a Sarkcsillagtól a Nagy Göncöl rúdjaig. Amilyen távol találjuk a Göncöl rúdját az egyik irányban, ugyanolyan távolságra a másik irányban egy W alakú csillagesoport vonja magára

a figyelmet. Öt csaknem egyenlő fényes csillaga rajzolja ki a W alakot, mely időnként M alakba fordul át. Ez a csillagkép a Kassiopeja.

A Nagy Göncöl és a Kassiopeja együtt a nagy égi mérleg módján mozognak, valóban úgy, mint egy mérleg két serpenyője. Amikor a Nagy Göncöl keletre áll a Sarkcsillagtól, a Kassiopeját tőle nyugatra találjuk. Amikor a Nagy Göncöl a zenitben jár, a Kassiopeja a látóhatár közelében mozog.



23. ábra. A Kassiopeja környéke

A Kassiopeja körül több csillagkép helyezkedik el, amelyek mind ugyanannak a görög mondának hőseit ábrázolják. Kassiopeja férje Cefeusz, leányuk Andromeda, akit a tengerparti sziklához láncoltak, hogy a Cet felfalja. Jött a hős Perzeusz Pegazus lován és a levágott szörny fejét (Algol) tartva kezében a tengeri szörny kővé meredt és megszabadította Andromedát rabságából. Az említett nevek mint csillagképek sorra felkereshetők a Kassiopeja környékén a megadott vázlatos csillagtérkép segítségével. Ezeknek ismerete azonban az égi általános tájékozódáshoz nem is feltétlenül fontos.

A Kassiopeját a Nagy Göncöllel összekötő vonalra a Sarkcsillagon át vont merőleges vonal mentén két fényes csillagot találunk a Sarkcsillagtól ellentétes irányokban. Az egyik csillag a Véga, a nyári égbolt legfényesebb csillaga. Ez a Lyra vagy Lant nevű csillagkép legfényesebb csillaga, a másik a téli égbolton uralkodik, Kapella (Kecske) a neve és a Szekeres, Fuvaros vagy idegen néven az Auriga csillagkép főcsillaga.

A Kapellából kiindulva kereshetjük fel a téli égbolt ragyogó panorámáját, az égboltnak fényes csillagokkal legsűrűbben teleszórt területét. Nem messze a Kapellától két egyforma fényes csillag vonja magára a figyelmet, ez az Ikrek (Gemini) csillagkép két fényes csillaga, a Kasztor és Pollux.

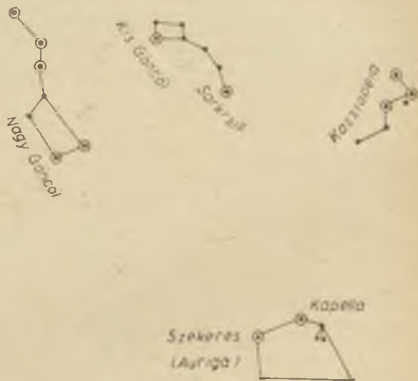
A Kapella másik oldalán a Bika csillagkép terül el, amelynek nyílt csillaghalmazát, a Fiastyúkot (Plejádok) nagyon sokan ismerik. Szabad szemmel jószemű ember hét csillagát tudja megszámolni. Igen tévesen egyesek ezt Kis Göncölnek nézik, ami helytelen. Sűrű csillagesoport ez, nem is csillagkép, csak csillaghalmaz.

A Bika és az Ikrektől a látóhatár felé alacsonyabban terül el a téli égbolt legjellegzetesebb csillagképe, a Kaszás (Orion). Három egyformán fényes csillaga közel egymáshoz egyvonalon helyezkedik el. Ez a három kaszás a Róvakirály, Rónaőrző és a Rónapallér. Égi mozgásuk jelképesen ábrázolja,

hogy lassú meneteléssel vágják a rendet. Tőlük balra, kissé közelebb a látóhatárhoz, halványabb csillagok járnak a nyomukban, ezek a marokszedők.

A három kaszás alatt derengő fényű, ködszerű fényt látunk, itt helyezkedik el a Nagy Orion Köd, hatalmas kiterjedésű kozmikus ködfelhő, amelynek belsejében az új csillagok születése most van folyamatban. A három kaszás fölött látható fényes vörösés színű csillag a Betelgőz. Olyan óriás, hogy 30 millió Nap férne el benne. Anyaga azonban még Napunkénál is sokkal kisebb sűrűségű. A fénysugár csak 540 év alatt ér onnan hozzánk. A három kaszáshoz viszonyítva a Betelgőzhöz szimmetrikus helyzetben a látóhatár felé egy másik fényes csillagot látunk, a Rigelt, ami viszont fehér óriás. Sokkal melegebb, mint a mi Napunk. Ennek szomszédságában, még 150 millió km-re is, amennyire Földünk van a Naptól, minden élet felperzselődne.

A Kaszástól baloldalt, közelebb a látóhatárhoz sziporkázik az égbolt legfényesebb csillaga, a Sziriusz, az egyiptomiak szent csillaga. Népünk Sánta Katának vagy Szilkehordónak nevezi — ő hordja az obédet az aratók után. A sánta jelzőt valószínűleg pislákoló fényétől kapta. A csillag hunyorog és pompás színekben játszik, ami nem a



24. ábra. A Szekeres (Auriga) és a Lant jelképezése a Nagy Göncöl segítségével

csillagnak tulajdonsága, hanem a légkör hatása. Egyike a legközelebbi csillagoknak. A fénysugár, mely minden másodpercben 300 000 km utat fut be, 9 év alatt teszi meg onnan hozzánk az utat.

A Sziriusznak van egy kísérője, amit szabad szemmel nem láthatunk ugyan, de megemlítjük érdekességét. Olyan nagy tömegű, mint a Napunk, de átmérője alig több mint kétszerese Földünkének. Anyaga tehát rendkívül sűrű. Egyetlen liter az anyagából 100 tonnát nyomna. Ilyen anyagot a Földön nem ismerünk, hiszen az ólom literje is kevesebb, mint 20 kg.



25. ábra. A Kapella és környéke a téli égbolt panorámája

A Sziriusz egyébként a Nagy Kutya csillagkép legfényesebb csillaga.

A Sziriusz és az Ikek között helyezkedik el a Kis Kutya csillagkép, fényes csillagával, a Prokyon-nal.

A Nagy Göncölszekér két hátsó kerekének a Sarkesillaggal ellentétes irányú meghosszabbításában fekszik az Oroszlán csillagkép, fényes csillagával, a Regulusszal.

A Nagy Göncöl rúdjának görbe ívét követve, hajlott irányban egy fényes csillagra mutat a rúd. Ez az Arkturusz, az Ökörhajcsár nevű csillagkép legfényesebb csillaga.

Folytassuk tovább ezt a hajlott görbe ívet, egy másik fényes csillagra mutat, amely a Szűz csillagkép fényes csillaga, a Szpika.

A Göncöl rúdjának két belső csillaga az első egyik kerékkel együtt egyenes vonalat ad. Ennek iránya az Árkutusz felé mutat egy igen szép — halványabb csillagokból álló csillagképre. Ennek csillagai csaknem teljes körben helyezkednek el. Olyan, mint egy fej-ék, egy korona, közepén egy fényesebb csillaggal, a Gemmával, ami magyarul drágakövet jelent. A csillagkép az Északi Korona.

Az Északi Koronát félkör ívben övezik a Herkules csillagkép egyik ágához tartozó csillagok. A másik ága ellenkező irányban hajlik, mint

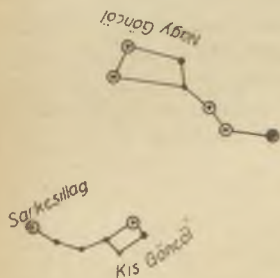


26. ábra. A térségi égből csillagképek

az írott nagy H betű vagy X betű. A Herkules Korona felő cső ívének felső részén egy nagyon halványan villogó ködszerű foltot látunk, ami távesővön át gyönyörű látványt nyújt. Ez ugyanis a Herkules gömbhalmaz, amely a csillagok tízezreit tartalmazza.

A Göncöltől a Korona felé vont irány meghosszabbításában kissé távolabb található a nyári égből jellegzetes csillagképe, a Skorpió, fényes csillagával, az Antareszel. A Skorpió ollószerű ormánya látszik jól, csavart alakban húzódó farkrésze a mi szélességünkről nézve nagyon alacsonyan jár.

Az eddig elmondott csillagképek közül a Bika, Ikrek, Oroszlán, Szűz, Skorpió helyzetei egy nagy ívet rajzolnak ki az égen, ezek mind az Állatöv jegyeihez tartoznak. Ezen az íven jár körbe egy év alatt látszólag a Nap, itt jár egy hónap leforgása alatt a Hold és ezen a pályán mozognak a bolygók is.



27. ábra. A nyári égbolt uralkodó csillagképei

A nyári égbolton uralkodik a nyári háromszög, amelyet három csillagkép fényes csillaga alkot. Egyik csúcsában van a már említett Véga a Lantból, a Lant mellett helyezkedik el nagy kereszt alakban a Hattyú, amelynek csillagai kiterjesztett szárnyú Hattyút ábrázolnak a képzelet szerint. A legenda szerint az istenek által Hattyúvá változtatott Orfeuszt ábrázolja, aki az alvilágba lement halott felesége után. A Lyra is az ő lantját ábrázolja.

A Hattyú fényes csillaga a Deneb, ami magyarul a Hattyú farkát jelenti. A nyári háromszög harmadik csillaga az Atair, a Sas csillagkép fényes csillaga, amikor a Véga magasan jár, ez helyezkedik el legközelebb a látóhatárhoz. Az Atair mellett két halványabb csillag látható, amelyek együtt hasonlítanak a három kaszásra.

A magyar legenda szerint Atair a Cigány, aki szalmát lopott. A Véga a császár, aki üldözi a tolvajt, de soha nem éri utol. Az elhullajtott szalma nyoma a Szalmasút, vagy másnéven a Tejút.

Ennyi csillag és csillagkép ismerete elegendő ahhoz, hogy jól el tudjunk igazodni az égen.

Amennyiben csillagászkodásunk közben többre van szükségünk, nélkülözhetetlenné válik egy jó csillagtérkép.

A csillagos égbolt ismerete jó kezdet ahhoz, hogy felébredjen bennünk a csillagászat szeretete.

A szabadban eltöltött estéken önkéntelenül merülnek fel bennünk a kérdések. Magunktól rájövünk, hogy a csillagos égbolt nem merev boltozat, mindaz a sok csillag, amit mi az égi háttérre vetítve látunk, az

egyes csillagképek roppant mélységeket ölelnek át. Nem is mindig úgy van, hogy a fényesebb csillagok vannak hozzánk közelebb s a halványabbak távolabb. Mert a csillagok sem egyformák. Vannak közöttük milliószoros fényességeltérések is, s előfordul, hogy egy fényes csillag éppen nagyobb távolsága miatt látszik halványabbnak a másiknál.

Azt is megértjük tehát, hogy még az egy csillagképhez tartozó csillagok sem tartoznak lényegében össze. Ezzel lefoszlik róluk a legendák varázsa. Mégis régi nevükön emlegetjük, s ebben őrizzük meg kegyelettel a régiek emlékét, akik mégiscsak lerakták számunkra a csillagászat alapjait.

Tudjuk már, hogy a Nagy Göncölszekér nem a mennybe szállt híres táltos, de számunkra Göncöl alakja éppen olyan kedves marad.

És a legfontosabb az, hogy a mesék hangulata helyett sokkal termékenyebb igazságokat ismerünk meg, s ezek bőven kárpótolnak.

Íme most is éppen egy fényes sáv hasítja ketté az eget. Meglepődötten nézzük nyomát. Mi történt? „Lehullt egy csillag — egy lélek szakadt el a Földtől” — mondja a néphit. „Gyorsan gondoljunk valamire” mondják a fiatalok, mert úgy hiszik, hogy a csillaghullás ideje alatt megfogant gondolat valóra válik. „Megszaladt egy csillag” — mondja népünk, mert úgy hitték, hogy az előbb még az égen látott csillagok egyike indult útnak.

Ma már tudjuk, hogy voltaképpen egy parányi égitest ütközött össze Földünk légkörével s az ütközés izzító hője tüzesítette át és égette el. Oly parányok ezek a hullócsillagok, hogy legtöbbször még a grammnak is csak töredékét teszik.

Naponta több milliárd hullócsillag — meteor villan fel Földünk légkörében. Több, mint ahány lakosa van a Földnek. Ha tehát a hullócsillagok jeleznék egy-egy ember halálát, akkor az emberiség naponta kipusztulna.

A felvillanás időtartama legtöbbször a másodpercenek törtresze, ám aki ezalatt óhajtaná tud valamit, teljesedjék be. Olyan babona ez is, mint a szivárvány alatt átmenni.

Nem is hiszünk már ezekben a babonákban és nem is félünk többé a csillagoktól. Mint izzó testek, születésük óta állandóan küldik felénk üzeneteiket. A csillagok megismerésének, a róluk szóló babonák akkor keletkeztek, amikor még nem tudtuk üzeneteiket felfogni. A mai csillagászat már nemcsak távolságukat méri meg, kiszámítja nagyságukat, sűrűségüket, megállapítja légkörük anyagát, hőmérsékletüket, tengelyforgásuk sebességét, ki tudjuk számítani térbeli mozgásuk sebességét, a csillagpárok keringési idejét és következtetni tudunk fejlődésük menetére.

Amikor magunk is rájövünk, hogy a csillagok izzó Napok és a mi Napunk is egyike a csillagoknak, szeretnénk magunk elé képzelni a

Világegyetem szerkezetét. Megismertük, hogy a legközelebbi csillagról a fény 4 évnél valamivel hosszabb idő alatt ér hozzánk, a Szíriuszról 9 év alatt, a Végáról 27 év alatt és ezek a csillagok voltaképpen „közvetlen szomszédaink”.

Szabad szemmel mindössze 4700 csillagot számlálhatnánk meg s a távcső a csillagok milliárdjait mutatja.

Mi innen úgy látjuk, hogy a csillagok az egész égboltot benépesítik. Ha viszont valamennyi csillagot távolságaik szerint elhelyeznénk egy modellben, azt találnánk, hogy ez a sok csillag nem az egész Világegyetemben van szétszórva, hanem a csillagok is rendszerekbe, csillagvárosokba tömörülnek. A mi csillagvárosunk a Tejútrendszer, amely a valóságban egy lencse alakú térséget ölel át. Hosszabbik átmérője olyan nagy, hogy a fénysugár csak 100 ezer év alatt futja keresztül. Ebben a térségben 100 milliárd csillag foglal helyet.

Ilyen csillagváros mintegy 100 millió van abban a Világegyetemben, amit eddig feltártak a nagy távcsövek. A legnagyobb távolság, ameddig ellátunk, olyan messzeség, hogy onnan a fénysugár csak 2 milliárd év alatt ér hozzánk.

A mi csillagvárosunkhoz hasonló csillagrendszer az Andromeda csillagképben látható szabad szemmel is mint halvány ködfolt.

Mindezek tudatában a csillagos égbolt pusztá szemlélete is ezer és ezer gondolat forrása lesz számunkra. Olyan gondolatoké, amelyek az emberiségben már régen felmerültek és amelyeknek jórészt feleletet is tud adni a mai tudomány.

PONORI THEWREWK AURÉL:

AZ ÓKORI ÉPÍTMÉNYEK CSILLAGÁSZATI VONATKOZÁSAI

Az ókori kultúrnépek már történelmük hajnalán meglepően fejlett csillagászati ismeretekkel rendelkeztek. Különösen naptáruk rendezettsége feltűnő. A pontos évhossz és az évszakok megállapítása céljából minden népnél találunk olyan — többnyire kultikus — építményeket, melyeket legalább részben e célok elérésére emeltek. Ez elsősorban az az ún. öntözéses kultúrákra vonatkozik.

Egyiptom

Mintapéldául álljon előttünk az óegyiptomi birodalom, mely tulajdonképp csak keskeny, bár több száz km hosszú termőszáv a *Nílus* völgyében, a környező sivatagok élettelen tengerében. Egyiptom földjét kizárólag a Nílus évenkénti áradása termékenyítette meg. A *Felső-Nílus* vidékén tavasszal meginduló hatalmas esőzések árhulláma szinte napra pontosan jelentkezett Egyiptomban, így érthető, hogy az áradás előre jelzése minden időben az egyiptomi pap-tudósok egyik legfontosabb feladata volt. Míg más ókori népek, ahol ilyen feltűnő, évenként ismétlődő és az ország életét a lehető legközelebről érintő esemény nem állt be, időbeosztól többnyire a *Hold fényváltozásait* vették, addig az egyiptomiak már igen korán észrevették, hogy az áradásnak semmi köze nincs a holdjáráshoz, és más naptármegszabó égiteket választottak maguknak. A legtermészetesebb és legfeltűnőbb volt a Nap látszó évi útját összefüggésbe hozni az áradással. Részben valóban így is tettek, de egyéb okok miatt a legfényesebb csillag, a *Sziriusz* lett az egyiptomiak fő időjelzője. Sietve meg kell jegyeznünk, hogy ez egyenértékű a napjárás megfigyelésével, és a *Sziriusz* adatok csak megerősítették az egyiptomiak előtt a napév felvételének jogosságát.

Az Egyenlítőhöz közelebb eső vidékeken az alkonyi és hajnali derengés ideje rövidebb és egy fényes csillag megpillantása és a napkelte, ill. napnyugta között nem telik el sok idő. A felhőtlen ég alatt élő egyiptomiak megfigyelték, hogy *amint a Sziriusz a Nappal egy időben kel (helikus kelés), akkor kezd áradni a Nílus*. Ez az időpont július 20-a táján érkezett el, amikor a folyam vize *Felső-Egyiptomban* jelentős

mértékben kezdett emelkedni. Ezért a Szíriusz heliakus kelte napját választották az egyiptomi (ünnepi) naptár újévül. Az egyiptomi papok azonban hamar észrevették, hogy a Szíriusz két heliakus keltének napja között eltelt idő valamivel több, mint 365 nap. Ezért minden negyedik évet egy nappal megtoldottak, vagyis — gyaníthatólag az i. e.-i V. évezred elejétől kezdve — az egyiptomi ünnepi naptár évhossza azonos volt az ún. julián-évvel.

Évente egyetlen alkalom azonban nyilvánvalóan kevés volt a csillagász-papok számára a naptár megalkotásához és állandó figyelemmel kíséréséhez. Már a legrégebbi építményeik között találunk ezért olyanokat, melyeknek talán a naptárral összefüggő elsődleges csillagászati célja volt.

1. Obeliszkek

Rendesen a templomok kaputornyai előtt álltak ezek a felül meredekebb oldallapú gúlával lezárt, enyhén keskenyedő négyszögletes oszlopok. Magasságuk olykor a 30 m-t is elérte s mindenkor egy darab kőből faragták. Az obeliszkok a függőleges pálca, a *gnómon* szerepét játszották az egyiptomiaknál. Ilyen nagyméretű gnómonok segítségével a csillagász-papok kényelmesen megfigyelhették a Nap delelési magasságának változásait az év folyamán, sőt egyéb csillagászati célokra is felhasználhatták ezeket, mint pl. a *hely földrajzi szélességi körének* megállapítására, vagy az *ekliptika ferdeségének* meghatározására.

A napéjgyenlőségek napján a *Nap delelési magassága a hely földrajzi szélességének pótsszögét adja*. Tehát pl. a 30. szélességi fokon az obeliszk által vetett árnyék hossza az obeliszk csúcsa és ennek árnyéka közötti távolságnak épp fele, minthogy $\sin 30^\circ = 0,5$. (Igaz, csak egyetlen adatunk van arra nézve, hogy a szélességi fokmeghatározás tudatos volt az egyiptomiak részéről: a *Kheopsz-piramis* elhelyezése esetében.)

Az obeliszk által vetett napárnyék segítségével viszonylag könnyű volt megállapítaniuk az egyiptomiaknak az ekliptika hajlásszögét. Úgy találták, hogy a legrövidebb delelési árnyék napján (nyári napforduló) a Nap 47° -kal delel magasabban, mint téli napforduló idején, így az ekliptika hajlása $47^\circ/2 = 23\frac{1}{2}^\circ$.

2. Templomok

A nagyobb épületek — különösen Egyiptom történelmének korábbi szakaiiban — szigorú égtájak szerinti elhelyezésűek. A megfelelő főfalak iránya meglepő pontossággal egyezik az É—D-i iránnyal. *Newoser-Re* fáraó (i. e. 2700 kör.) temploma és más hasonló korú templom megfelelő falirányainak eltérése 1° -on belül marad. Valószínűleg vallási

okokra vezethető vissza az egész életüket a Ny-i irányban elképzelt túlvilág szemszögéből berendező egyiptomiak eme törekvése, de ha meggondoljuk, hogy a hatalmas templomkapuk, pylonok a csillagászati obszervatóriumok szerepét játszották, más megvilágításba kerül a templomok szigorú orientációja.

Különös templomépület lehetett a Moeris-tó partján álló óriási ún. *Labirintus*, melynek a régiek szerint 3000 terme volt. A roppant nagy épületnek 12 udvara volt és állítólag egy helyiségsor 365 terme az év napjainak szentelt 1—1 hely volt. Ezek falait pompás faragványok és csillagkép-ábrák borították, melyekből sajnos semmi sem maradt. Magának a Labirintusnak romjai ma is láthatók.

3. Piramisok

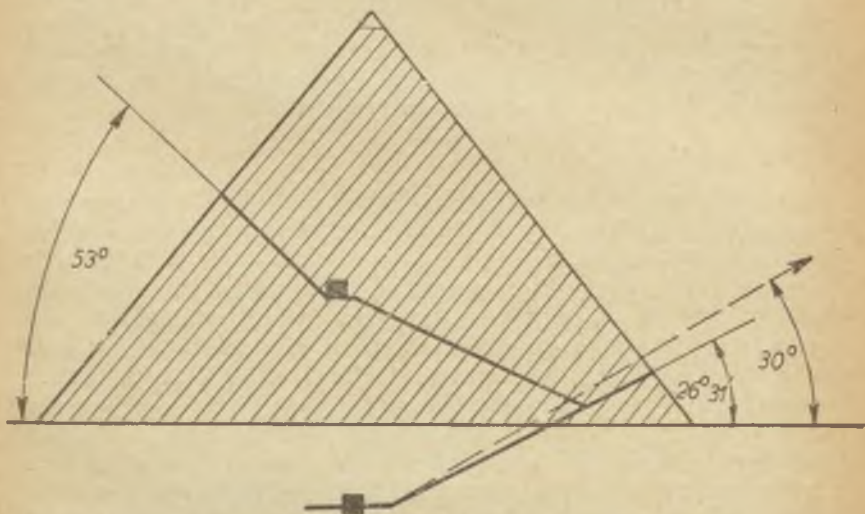
Az óegyiptomi építészet talán legtökéletesebb, de mindenképp legmaradandóbb, legmonumentálisabb alkotásai a piramisok. Alakjuk eleinte sírdombhoz hasonló téglalap alapú csonka gúla volt, mint az óbirodalom előkelőinek sírja, a masztaba. *Dzsózer* fáraó (i. e. 2980 kör.) síremléke már öt, lépcsőzetesen egymásra épített masztabából álló piramis volt. *Khufu* (vagy görögösen *Kheopsz*) fáraó síremlékét már szabályos négyzet alapú gúla alakúra építette (i. e. XXVIII. sz.) Ennek a piramisnak — mely a legnagyobb valamennyi között — tájolása a legtökéletesebb. A múlt évi *Csillagászati Évkönyvben* igen érdekes tanulmányt olvashattunk a piramisok tájolásának módszereiről. Ezen a helyen nem térünk vissza erre a részletkérdésre, inkább azt vizsgáljuk, hogy egy ilyen pontosan betájolt hatalmas négy oldalú gúla milyen csillagászati szerepet játszhatott az egyiptomi csillagász-papok megfigyeléseiben.

Minthogy a Nap a napéjegyenlőségek idején kel, ill. nyugszik pontosan K-i, ill. Ny-i irányban, az ilyen tájolású piramis-lapok és 230 m hosszú alapélek segítségével az egyiptomiak pontosan meg tudták határozni a napév e fontos napjait. A piramisnak ma már csak jóformán a csontváza maradt meg, a lapok ma látható lépcsőit eredetileg sima mészkőburkolat fedte, az alapélek iránya sem lehet így olyan határozott, mint volt eredetileg. Ennek ellenére az arab lakosság még így is meg tudja határozni 2—3 nap pontossággal a napéjegyenlőségek idejét.

A *Kheopsz*-piramis éleinek eltérése a valódi égtáj-irányoktól 1°57' és 5°30' közötti értékek, vagyis meglepően pontosak. A *Khefren* (Khefren) piramis É—D-i irányú élénél a hiba 5°26'.

A tájolás vallási alapja valószínűleg abból a hitből fakadt, hogy az egyiptomiak szerint a fáraó halála után a „Soha le nem nyugvó” vagy „Örökkévaló” (cirkumpoláris) csillagok közé emelkedik. Ezt megkönnyítendő a piramis bejáratí nyílását pontosan É—D-i irányban akarták elhelyezni.

A bejárat csatorna iránya és hajlásszöge már régóta foglalkoztatja a tudományt. A három legnagyobb piramisnál a csatorna iránya a vízszintessel $26^{\circ} 31'$ (*Kheopsz*), $26^{\circ} 30'$ (*Khefren*), ill. $26^{\circ} 2'$ (*Mykerinosz*) szöget zár be. Általános a hiedelem, hogy a csatorna épp az akkori Sarkcsillag irányába nézett. Ez azonban tévedés. A Kheopsz-piramis csaknem pontosan a 30° szélességi körön fekszik, attól csupán mintegy 2



28. ábra. A Kheopsz-piramis É—D-i metszete, a tengelyétől kb. 7 m-re K-re. A szűk bejárat csatornából a Pólus irányához közeledő akkori Sarkcsillag egyáltalán nem látszott

km-re délre. Ez azt jelenti, hogy a Pólus onnan kerek 30° -nyi szög alatt látszik a horizont felett. A piramis építése korában a Sarkcsillag az α Draconis volt, mely épp abban az időben látszott közel a valódi Pólus helyéhez (kb. 7'-re), tehát a piramisok bejárat csatornájából egyáltalán nem is volt látható. A hajlásszögnek valószínűleg más, egyszerű geometriai magyarázatot lehet adni. Olyan háromszög átfogója, melynek két befogójának hosszúság-viszonya 1:2, $26^{\circ} 34'$ alatt hajlik a nagyobbik befogóhoz, minthogy $\text{tg } 0,5 = 26^{\circ} 34'$. Ettől a szögegtől a nagy piramisok bejárat csatorna-iránya csak igen kevésbé tér el.

Nincs bizonyítva, hogy a nagy bejárat csatorna csillagászati célokra szolgált volna. Innen különben is csak a cirkumpoláris csillagok kis része lett volna megfigyelhető.

Érdekes azonban a „Király szobája” nevű, a Kheopsz-piramis belsejében levő sírkamrába (?) torkolló, déli szellőző nyílás iránya. Ez a meridiánnak a horizonttól mintegy 53° -nyira levő pontjára mutat.

A több mint 50 m hosszú, mintegy 30 cm átmérőjű lencsenélküli távcsövön valószínűleg egyes fényes csillagok nappali deleléseit is meg lehetett figyelni.

Asszír-Babilonia

Egyiptomban a Nílus, Mezopotámiában a Tigris és Eufrátesz vize volt az életető elem, mely a sivatagban országnyi oázist hozott létre. Az ottani népek „papír”-ja és építőanyaga egyaránt napon szárított agyag volt. Pár évszázad alatt felismerhetetlen agyagdombokká váltak a legvirágzóbb városok is. Az újkori ásatások nagyrészt kiszabadították törmelék-fogságukból a nagy templomok, paloták és lakóházak alapjait. Érdekes, hogy a nagyobb épületek falait itt részben az *uralkodó szélirányoknak* megfelelően ÉNy—DK, ill. DNy—ÉK-i irányokba építették. A rendkívül vastag, agyagfalú templomtornyok, *zikurrat*-ok tetején figyelték meg évszázadokon és évezredekken át az ottani csillagászok az égitesteket és azok járását. A leghíresebb zikurrat az ún. Babel tornya volt (mindössze 91 m magas lehetett). A zikurratok többnyire 7 emeletre oszlottak, mindegyik egy-egy látható bolygónak, a Napnak és Holdnak, ill. ezek védőistenének voltak szentelve és az ezekhez rendelt színekre festve.

Az egyes periodikus jelenségekre (pl. évhossz, holdhónap, bolygók keringési ideje) oly pontos értékeket adtak meg az asszír-babiloni csillagászok, melyeknek birtokába csak igen gondos, igen hosszú ideig tartó és pontos megfigyelőeszközök használata mellett juthattak, de ez utóbbiaknak maradványa sem került elő a sokmillió m³ szürke agyag halmazában.

Kína

A művészet és tudomány terén egyáltalán nem igénytelen régi kínaiak egész élete át- meg átszövődött azokkal a szabályokkal, melyek szerint minden életmegnyilvánulásukat a *Nagy Világrendhez (Dao)* igyekeztek igazítani. A császár pl. a Sarkcsillag földi megszemélyesítője volt. Minthogy ez az ég északi feléről néz a többi csillagokra, a császári fogadóteremben a császár mindig az északi oldalon fogadta az alattvalók hódolatát. Ez a felfogás maga után vonta az egész császári palota építésének tájolását. Természetesen ugyanez vonatkozik a templomokra is. Az oltároknak, utaknak és lépcsőknek szintén az égtájak szerint kellett elhelyezkedniük. *De a régi Peking minden utcája is pontos tájolást mutat*, mert a régi kínaiak hite szerint a Világrend hatásai így érvényesülhetnek a legkedvezőbben.

Noha a kínaiak már legalább ezer éve ismerik az iránytűt, adataink vannak arra nézve, hogy az épületek tájolására a függőleges pálcá (gnómon) árnyékát használták az ún. *indiai körök* segítségével.

Amerika

A dél-amerikai magas kultúrájú indiánok („inkák”) hajdani fővárosában, *Cuzcóban* a spanyol hódítók különös építményeket találtak : 8—8, összesen 16 tornyot, melyek négyes csoportokban elhelyezve K—Ny-i irányban néztek egymással szemben. A négyes csoportokban a két-két középső torony magassága kisebb volt a többinél. A toronycsoportok között egy kör alakú hely emelkedett ki. *Az inkák ezeket a tornyokat használták fel arra, hogy a napéjegyenlőségek és napfordulók idejét megállapítsák.* Ha a kerek megfigyelőhelyről nézve a Nap a megfelelő tornyok között kelt, ill. nyugodott, az a nap volt a nyári, ill. téli napfordulat ideje. Ha épp a K—Ny-i irányt kijelölő oszlopok között látszott a kelő, ill. nyugvó Nap, úgy megünnepezték a mezőgazdasági munkák szempontjából elsőrendű fontosságú tavaszi, ill. őszi napéjegyenlőség napját.

Nagyjából hasonló, de csupán *három széles torony, ill. templom segítségével* tudták meghatározni e fontos napok elérését a közép-amerikai indián kultúrnépek, elsősorban a *máják*. Jó időbe telt, míg az újkori kutatók teljesen tisztába jöttek a 3—3 torony, ill. templom és a velük É-i irányban épp szembenéző kisebb piramis szerepével és jelentőségével. Amilyen egyszerű a tornyokkal való irányjelölés, olyan elmés és meglepően pontos eredményeket szolgáltatott. Ennek ismeretében nem csodálkozhatunk a régi mája és azték időbeosztás és naptár tökéletességén.

A Közép-Amerikában emelkedő régi piramisok — az egyiptomiakhoz hasonlóan — mind az égtájaknak megfelelő tájolást mutatnak. A *xochicalcói* ötemeletes lépcsőzetes gúla tetején nyílás volt, melyen át a Nap akkor, midőn épp a zenitben delelt, egy belső oltárra süttött.

Európa

A kőkor Európája különösen Anglia és Franciaország területén hagyott hátra csillagászati jelentőséggel bíró építményeket. A történelemelőtti nagy köemlékek, a *menhirek*, a *dolmenek* és a *kőkörök* elsősorban az időbeosztás céljait szolgálták és csak másodsorban voltak — a sokáig vallott nézettel ellentétben — kultikus építmények.

Időbeosztásra minden természeti népek, különösen a letelepedett, földműveléssel foglalkozó népek szüksége volt. Őseink az idő változásait az égitestek helyzetének eltolódásából vették észre és elsősorban az évszakok visszatérő periódusainak tartamát igyekeztek lehetőleg pontosan meghatározni. Ezzel egyenértékű feladat meghatározni azokat az irányokat, melyek a napév jelentősebb állomásait lehetett lerögzíteni.

A hasonló célokra emelt építmények között a legfejlettebbek kétségtelenül a kőkörök, melyeknek iskolapéldáját az angliai *Salisbury*

melletti síkságon fekvő *Stonehenge* szolgáltatta. Az idomtalannak látszó tekintélyes nagyságú szikladarabokból álló két koncentrikus kört sokáig csupán a dravida őslakók áldozatbemutató helyének gondolták. Figyelmesebb vizsgálata azonban igen érdekes eredménnyel zárult: a *Stonehenge*-a régiek időbeosztó megfigyelő helye és naptára volt. A belső kört alkotó kődarabok közötti résen a központban emelkedő lapos oltárszerű kőtől tekintve nemcsak a pontos égtájakat jelölték ki a régiek, hanem a Napnak és fényesebb csillagoknak heliakus kelési, ill. nyugvási irányát. A napéjegylenlőségek és napfordulók középeit jelölő napokon (*quatember*) kelő, ill. nyugvó napirányok feltüntetésével az éveknek állandó pontját tudták megállapítani a történelem előtti megfigyelők.

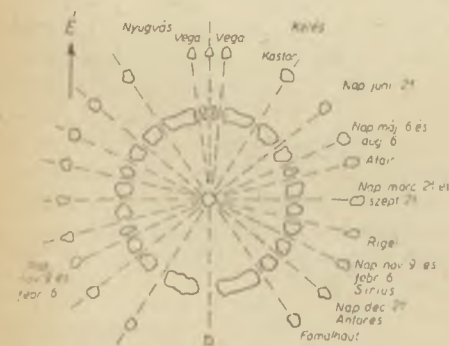


29. ábra. Kőkori ún. dolmenek. A függőleges helyzetű kőtömbök közötti nyílás az égitestek kelési és nyugvási irányának pontosabb behatárolását tette lehetővé

A *Stonehenge* a csillagásztörténészeknek és kronológusoknak is csemegéjével szolgált. A *quatemberek* (pl. május 6) idején kelő, ill. nyugvó Nap iránya az ekliptika hajlásának csekély és lassú változása folytán ma már nem esik egészen pontosan a régiek által kijelölt irányba. Az eltolódás ismert mértékéből meg lehetett állapítani a *Stonehenge*

építésének körülbelüli korát: i. e. 1500-at. Ez az időadat csak fenntartással fogadható el, de mégis hozzávetőleges tájékoztatást ad a régi *dravida* kultúra csillagászati sajátosságainak távoli koráról.

Noha az európai templomok óriási többsége már nem az ókor szülötte, nem lesz érdektelen pár szóval megemlékeznünk a régebbi keresztény templomokkal kapcsolatos csillagászati vonatkozású sajátosságáról. E he-



30. ábra. A *Stonehenge* alaprajza. A kőtömbök elhelyezése hosszabb ideig tartó megfigyelés eredménye lehetett

lyen ezt annál több joggal tehetjük meg, mert *nem lehet kétséges, hogy ókori szokásoknak hosszú évszázadokat és évezredek átélő nyomaival állunk szemben.*

Nehéz lenne ma már visszafelé követni azt a hagyományos szokást, hogy a kultikus célokra emelt későbbi épületeket, templomokat minden csillagászati és naptárellenőrzési céltól függetlenül is bizonyos irányok szerinti tájolással építették. De ellentétben pl. a régi egyiptomi szigorú É—D-i tengelyirányú templomépítési módtól, az ókeresztény, sőt a középkori keresztény templomok tájolásánál más volt a szempont. Hazánkban is megfigyelhető, *hogy a legtöbb régi templom főtengelye általában K—Ny-i irányú, vagyis ún. keletelő templom.* Még nem történt meg az összes régi hazai templom irányításának felmérése, azonban nem lehet kétséges, hogy a templom tengelyét a templom védőszentjének napján kelő, ill. nyugvó Nap irányába építették, mint Európa-szerte általában mindenütt.

A keletelő templomok irányából érdekes és fontos kronológiai következtetések vonhatók le. Tudjuk, hogy a *Julius Caesar* által behozott 365,25 napos ún. *julián-év* hibája elég tekintélyes, mintegy 128 évenként egy teljes nap. Ezért töröltek 10 napot a *Gergely-naptár* behozatalának évében, 1582-ben és ezért tért el századunk elején a julián-évekkel számoló orosz pravoszláv kalendárium 13 nappal a Gergely-félétől. Az eltérés folytán a keletelő templomok iránya *ma már nem a védőszent napján kelő (ill. nyugvó) Nap irányába néz*, hanem ettől eltér. Minél távolabb esik az építés ideje a julián-év behozatalától (i. e. 46), annyival nagyobb az eltérés az irányban is. Ha tehát meg akarjuk tudni hozzávetőleges pontossággal, hogy mikor épülhetett a templom, nem kell mást tennünk, mint megfigyelni, hogy hány nappal később jelöli ki a templom tengelyiránya a mai naptár szerinti védőszent-napon kelő (ill. nyugvó) Nap irányát. Ebből az eltérésből egyszerű számítással kapunk tájékoztatást a templom építési idejére. Legyen példa a svéd *Lund* város dómjának esete. Védőszent Lőrinc (aug. 10), a templomhajó tengelye ma az aug. 17-i napkelte irányába néz. Ez 1100 és 1300 közötti építési időre utal. (A dómot 1143-ban építették.)

E pár kiragadott példából is látható, hogy a régiek — nálunk szorosabban forrva össze a szabad természet jelenségeivel — építményeik egy részét csillagászati, főleg naptárrendezési célból emelték, ill. irányították és ezek segítségével részben máig is fennmaradt és elfogadott eredményekkel gazdagították az emberiség szellemi kincsesárát.

SINKA JÓZSEF:

A FÖLD ÉS A HOLD KÖZÖTT

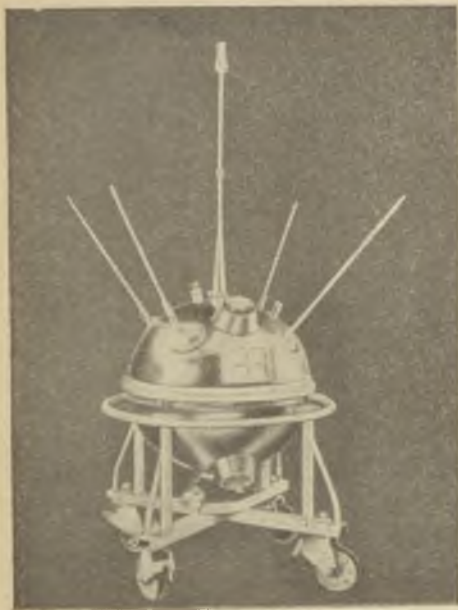
Az 1959-es esztendő második napján jelentős tudományos eredményről érkezett híradás: megkezdte örök időig tartó útját az *első mesterséges bolygó*. A Naprendszernek ez a Szovjetunióban felbocsátott új vándora a március elején megvalósult amerikai kísérlettel már útitársra is talált. A mesterséges bolygók két alapvető eredménye: 1. Már ma képesek vagyunk megvalósítani az idegen égitestek eléréséhez szükséges sebességet. 2. Üzembiztos rádióösszeköttetés tartható fenn a kozmikus távolságban levő rakétával. Ezzel ismét jelentős lépést tett a tudomány az ember úrutazásának megvalósítása felé.

Szegődjünk most egy holdrakéta nyomába, s kísérjük figyelemmel útját, műszereinek feladatát stb. De előbb talán vessünk egy pillantást a rakétára, még indulása előtt.

A holdrakéta

A holdrakéta megalkotásával az ember nem kisebb feladatra vállalkozott, mint a rakétának a Föld nehézségi erőteréből való megszöktetésére. Az ehhez szükséges 11,2 km/mp-es sebesség elérése érdekében egyetlen kilogramm súlyú testen annyi munkát kell végezni, amelynek árán 6 370 000 kilogrammot 1 méter magasra emelhetnénk fel! Ez az adat beszédesen példázza, hogy a felgyorsított test súlya mennyire jellemző az indítórakéta teljesítőképességére.

Figyelembevée mai rakétaüzemanyagaink hatékonyságát, legvalószínűbbnek az látszik, hogy a Hold felé húzódó pályára kilőtt testek szállítórakétái négy lépesősek. *Petróleum-oxigén keveréket tételezve fel üzemanyagként, 1 tonna tehernek a szokási sebességre való felgyorsításához mintegy 270 tonna startsúlyú rakétára van szükség.* Ilyen súlyok mozgathatásához fantasztikusan hatalmas erők kelleneek. Ugyanis ahhoz, hogy valamely testet felemelhessünk, nagyobb erővel kell ráhatnunk, mint amekkora a saját súlya.



31. ábra. Az 1959. január 2-i szovjet holdrakéta műszerfartálya

dése, amely miatt az igen ritka levegőben már nem következik be jelentős surlódási felmelegedés.

A holdrakéta útja

A holdrakéták az indulás után a Föld felszíne felett különféle magasságokban érik el a szökési sebességet. A gravitáció azonban a távolodás során csökken, s így az elérendő végsebesség kisebb, mint a közvetlen földfelszínről való indítás esetén. Az első szovjet holdrakéta pl. 1500 km magasságban, az indítás után 4 perccel ért el az e magasságban 10 km/mp értékű szökési sebességnél valamivel nagyobb sebességet. (Az a körülmény, hogy nagyobb magasságban a szökési sebesség értéke kisebb, természetesen nem jelent energia-megtakarítást, hiszen az egyre gyorsuló szerkezetet e magasságig fel is kell emelni, ami szintén munkát igényel.)

Pontosabban végigkísérve a rakéta útjának ama szakaszát, amelyen az utazási sebességre felgyorsul, még egy érdekes megállapítást tehetünk. A külső levegő ellenállása, különösen a mozgás kezdeti szakaszában, fékezi a rakétát (kb. 600 m/mp sebességvesztéset okoz). Ennél a

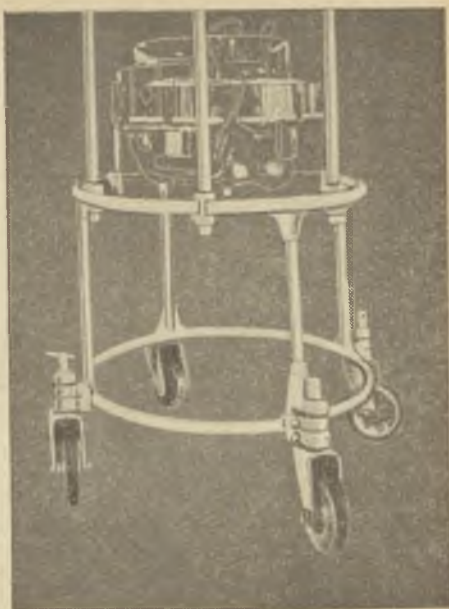
Ez a kezdeti emelőerő, amelyet az első rakétafokozat hajtóműve szolgáltat, először lassan emeli a rakétát, mivel az erő a rakéta súlyának csak mintegy 1,2—1,6-szorosa. Az emelkedés során azonban a rakéta üzemanyagát folyamatosan felhasználja, s így súlya egyre csökken. Az emelőerő azonban változatlan marad, ami a rakéta sebességnövekedési ütemét egyre fokozza. Közben azonban a rakéta mind magasabbra kerül, rohamosan maga mögött hagyva a Föld légkörének jelentős hányadát. 15 kilométer magasságban a légkör teljes tömegének már több mint 80%-án haladt keresztül. Körülbelül ebben a magasságban indul meg a sebesség hatalmas ütemű növeke-

hatásnál is jelentősebb az ún. gravitációs veszteség, amely a Föld vonzása miatt lép fel, s amely 4 perces gyorsítási idő alatt 2400 m/mp sebességvesztést eredményez. Így a rakéta légellenállás és gravitáció nélküli térben a befektetett munka árán nem 10, hanem 13 km/mp sebességet érhetett volna el.

A rakéta a szökési sebesség felvétele után egyre csökkenő sebességgel folytatja útját. Erre már abból is következtethetünk, hogy az út az indulási, 36 000 km/ó sebességgel mintegy 10 óráig tartana, a valóságban azonban a rakéta több mint háromszor akkora idő alatt jut a Hold közelébe. Ez a sebességvesztés szintén a Föld vonzásának eredménye. A

szökési sebességet elérő vagy az azt meghaladó sebességgel induló testet azonban a Föld vonzása már nem tudja teljesen lefékezni, ezért a test a Föld gravitációs teréből örökre megszökik. A Naprendszerben azonban nem hagyhatja el, mert ez a sebesség nem elegendő a Nap vonzásának leküzdésére. Így a rakéta az indulási adatok (Naptól való távolság, az e pontban mérhető sebesség nagysága és iránya) által megszabott ellipszis-pályán a Nap körül kezd keringeni. Ekkor válik a holdrakéta mesterséges bolygóvá.

Természetesen nem minden holdrakéta jut szükségszerűen erre a sorsra. A Hold eléréséhez ugyanis a szökésinél valamivel kisebb sebesség is elegendő. Az ilyen sebességgel induló test még lefékeződik, majd mozgásirányának megfordulása után visszahullik a Földre. Ez a sors jutott osztályrészül néhány amerikai, „Pioneer” elnevezésű holdrakétának is, amelyek elégtelen sebességgel kezdték meg útjukat. (Ezek a rakéták még a Hold közelébe sem jutottak.) Az is előfordulhat még, hogy a rakéta a Holdra tartó pályán mozog. Ez esetben pedig becsapódik a Hold felszínébe, s így nem folytathatja útját. Ha a rakéta pályája nem találkozik a Holddal, becsapódás a Holdon csak különleges feltételek mellett jöhet létre, és csak akkor, ha a rakéta a szökésinél kisebb sebes-



32. ábra. A szovjet holdrakéta áramforrásainak tartálya

séggel indult. A szökési sebességnél gyorsabban startoló rakétát a Hold nem tudja magához rántani, mert a rakéta nagyobb sebességgel halad el a Hold mellett, mint amekkora sebesség a Holdról való megszökéshez szükséges. Ezért nem esett a Holdra a tőle 5000 km távolságban elhaladó 1959. január 2-án felbocsátott szovjet holdrakéta sem. A találkozás a Holddal egyébként ennél a rakétánál azért sem jött létre, mert nem a Holdra, hanem a Hold közelében húzódó pályára lötték ki.

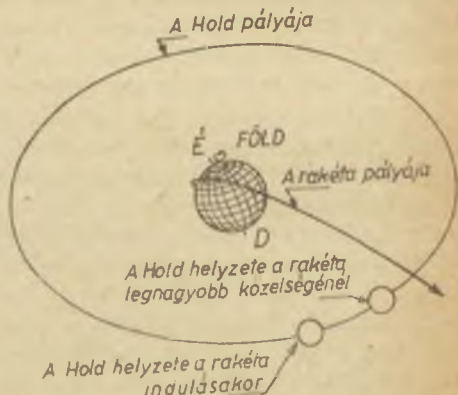


33. ábra. A január 2-i holdrakéta pályájának vetülete az égbolton

Az ilyen testeket is holdrakétáknak nevezzük, tekintettel arra, hogy feladataik közt a Holdnak valamilyen szempontból vett felderítése szerepel.

E fejezet harmadik bekezdésében arról volt szó, hogy a rakéta a szökési sebesség elérése után egyre csökkenő sebességgel halad a Hold felé. Paradoxonnak tűnik tehát, hogy pályájának a Naphoz legközelebbi pontján legnagyobb sebessége 32 km/mp volt. A valóságban azonban itt semmiféle ellentmondás nincs. Mert milyen égitestre is vonatkozik ez a 32 km/mp sebesség? Arra, amely körül a mesterséges bolygó kering: tehát a Napra. Éppen ezért a rakéta útját e sebesség kialakulása szempontjából nem a Földön, hanem a Napon helyet foglaló megfigyelő szemével kell végigkísérnünk.

Foglaljunk tehát helyet képzeletben a Napon. A holdrakéta még csak néhány óra múlva indul. Látjuk azonban a Földet, amint 30 km/mp sebességgel mozog. Elérkezik a rakéta indulásának pillanata, s egyre növekvő sebességgel elhagyja a Földet. Sebessége hozzáadódik a Földéhez, hiszen indulása előtt ezen tartózkodott, tehát maga is rendelkezett a Föld mozgássebességével. Végül a kilövés után 4 perccel a rakétát $30 + 10 = 40$ km/mp sebességgel látjuk mozogni. A távolodás során azonban — mint rámutattunk — a Föld fékezi, s elvon tőle 8 km/mp



34. ábra. A holdrakéta útja a Földről a Holdig

sebességet, mire kilép a Föld köréből a Nap gravitációs terébe. Ez a Földtől 930 000 km távolságban következik be. Sebessége tehát ekkor $40 - 8 = 32$ km/mp. A rakéta így a meglevő sebességéből is veszített, s nem felgyorsult.

A holdrakéták pályáiról

Az első holdrakéta — mint láttuk — pályáját a szükséges sebesség felvétele után tehetetlenségénél fogva futotta be: a negyedik fokozat kiégésével a hajtóerő megszűnt. Az ilyen feltételek mellett utazó kozmikus test irányíthatósága az utolsó fokozat üzemanyagának felhasználásával véget ér. Ezért nem válhat pl. a Hold mesterséges holdjává, vagy nem érhet épségben a Hold felszínére, sőt az sem érhető el, hogy a rakéta a Hold megkerülése után a Föld közelébe térjen vissza. Pedig ilyen pályák kialakítása sok tekintetben fontos, nemcsak a Hold megismerése, de más csillagászati és űrhajózási feladatok érdekében is. E pályák az imént vázolt nehézség ellenére megvalósíthatók olyan rakétákkal, amelyeknek utolsó fokozata nem a felgyorsítás során ég ki, hanem a benne levő üzemanyag a fenti célok megvalósítására használható fel.

Ez tehát lényegében annyit jelent, hogy a rakéta a Hold közelébe érve, üzemanyagának felhasználásával módosíthatja pályáját, a kívánnalomnak megfelelően. Természetesen az üzemanyag felhasználását irányítani is kell, ami a rakéta és a Föld közötti rádióösszeköttetést teszi szükségessé. Ennek lehetőségét először a január 2-án felbocsátott holdrakéta bizonyította be. A vele szerzett tapasztalatok birtokában tehát sor kerülhet a fenti célok megvalósítására képes rakéták útnak indítására.

Meg kell azonban jegyezni, hogy az irányíthatóság érdekében más feltételeknek is teljesülniük kell; ismerni kell a rakéta pillanatnyi helyzetét, sebességének nagyságát és irányát, továbbá gondoskodni kell arról, hogy a rakéta repülése stabilizált legyen. Ez utóbbi feltétel általánosan annyit jelent, hogy a rakéta nem foroghat sem hossz-tengelye, sem semmilyen más tengely körül. Ez a feltétel pusztán önmagától általában nem teljesül, tekintve, hogy különféle rendellenes hatások ilyen mozgásokat mindig kiválhatnak. A nem kívánt mozgások elkerülése vagy a hajtómű ismételt bekapcsolása előtti megszüntetése külön erőfeszítést igényel. A szükséges erőt nyerhetjük segédrakétákkal, vagy pedig pörgettyű-rendszerek alkalmazhatók a rendellenes mozgások megszüntetésére.

A rakéta pillanatnyi helyzetének meghatározására felhasználható maga a Hold is, illetőleg a rá erősen jellemző infravörös sugárzás. Egy, a rakétába beépített célkereső- és követő rendszer, amely ezen sugárzás

felhasználásával működik, képes arra, hogy meghatározza a rakétának a Holdhoz képest elfoglalt helyzetét. A sebesség iránya is ebből adódik. A sebesség megközelítő értékét, nagyságát a hajtómű üzembehelyezése előtt számítással határozhatjuk meg, a rakétának a felgyorsulás során elért legnagyobb sebessége és az ehhez tartozó földfelszín feletti magasság, valamint a legnagyobb felgyorsulás óta eltelt idő alapján. A hajtómű üzembehelyezése után a rakétában levő gyorsulásmérő által szolgáltatott adatok matematikai feldolgozása már pontosan adja a sebességet és a megtett utat. Ma már léteznek olyan elektronikus számítógépek, amelyeknek felhasználásával ez a feladat megoldható.

A világűrben utazó rakéta tehát képes lehet különleges feladatok megoldására is, ha az említett feltételek teljesülését biztosítjuk. Az ilyen rakéta azonban útjának legnagyobb részét tehetetlenségénél fogva, szabadon repülve teszi meg. Irányítás csak a felgyorsítás és a céltést közelében áll fenn, a hajtóművek működésének időszakában.

A holdrakéták pályája a Földtől a Holdig minden esetben azon geometriai görbék egyike, amelyeket a kúpnak különféle helyzetű síkokkal való metszése szolgáltat (kivéve az egyenest, amely pl. akkor jön létre, ha a metsző sík tartalmazza a kúp tengelyét; a pontot, amely a sík és a kúp csúcsának érintkezéséből származik; és a kört, amelyet a kúp tengelyére merőleges sík metsz ki). A pálya alakja tehát ellipszis, parabola vagy hiperbola lehet. Ellipszis akkor, ha az indítás sebessége alatta marad a szökési sebességnek; parabola, ha a rakéta éppen a szökési sebességgel indul; végül hiperbola, ha a rakéta a szökésinél nagyobb sebességet ér el.

Ez egyszersmind azt is jelenti, hogy a sebesség meghatározza a pálya alakját. A pálya térbeli helyzete az indítás helyétől, továbbá ennek a földrajzi pontnak és a Holdnak az indítás pillanatában elfoglalt kölcsönös helyzetétől függ. Ennek megfelelően kell a rakétát vezérelni. A rakétának ez az irányítása, amely biztosítja a kívánt pályára való beállást, akkor a legbiztosabb, s egyben minden külső elektromos és mágneses behatástól független, ha a rakéta önvezérléssel, azaz magával vitt vezérlőszervezettel áll be a kívánt pályára. E rendszerben a rakétának saját helyzete meghatározására pörgettyűk vagy fényes csillagok szolgálhatnak alapul.

A bolygóközi térben

A Föld légterének elhagyása után a rakéta mérőműszerei előtt új égbolt tárul fel. Eredeti formájukban és összetételükben tanulmányozhatjuk pl. a Nap korpuszkuláris és röntgen-, valamint ultraibolya sugárzását és a kozmikus sugárzást. E program egy részét már a mesterséges holdak is megvalósították. De azokon a területeken is,

amelyeken a mesterséges holdak már szolgáltatottak különféle eredményeket, a holdrakétának még újabb lehetőségei nyílnak.

A Föld közelében ugyanis a földmágneses erőter befolyásolja a kozmikus sugárzást és a Nap anyagi sugárzását. Erre a körülményre egyrészt az 1000 km-nél nagyobb magasságot elérő mesterséges holdak, másrészt a vége felé tekintetében sikertelen első amerikai holdrakétakísérletek hívták fel a figyelmet. Kiderült ugyanis, hogy a Földtől néhány ezer kilométeres távolságban rendkívül erős sugárzási övezet kezdődik, amelyben a sugárzás erőssége 3—5 r/o. Ez az övezet 10 ezer kilométer után véget ér, majd később egy második, ugyancsak aránylag erős sugárzási övezet kezdődik. Mindkét övezet létezése meglepetést okozott a tudománynak, amely — a kellő adatok hiányában — egyelőre nem tudja megmagyarázni kialakulásuk és fennmaradásuk okát. Részletes megismerésük azonban rendkívül fontos a világűrbe utazó ember sugárvédelmével kapcsolatos kérdések tisztázása szempontjából.

A holdrakéta nagy távolságba vezető pályája mentén tanulmányozhatja az igen ritka bolygóközi gázanyag kémiai összetételét, elektromos és mágneses terét, valamint egyéb fizikai tulajdonságait. Ez a gázanyag az eddigi mérések szerint még egyszer olyan sűrűnek bizonyult, mint földi megfigyelések alapján véltük. A rakéta mérőműszerei — pl. a kémiai minőség meghatározására szolgáló tömegspektrométer — azonban képesek arra, hogy a műszerbe kerülő *egyetlen* gázatom kémiai minőségét meghatározzák. Más műszerek — pl. az ionizációs számláló — az egyes gázatomok elektromos állapotát, ismét mások mozgási sebességüket mérik. A holdrakéta mágneses mérőműszere pedig felderíti ezen anyag mágneses sajátosságait. Ilyen vizsgálatok elvégzésére a Föld felszínéről nem nyílik lehetőség, noha ezek az adatok igen fontosak. A bolygóközi gázanyag elektromos és mágneses erőtere pl. befolyással van a kozmikus sugárzásra, a Nap anyagi sugárzását alkotó, elektromos töltésű részecskék terjedésére. Ez utóbbi pedig a Földön is különféle jelenségeket és változásokat idéz elő, mint pl. a sarki fény, a légkör elektromos állapotának, ezen keresztül a földmágnességnek változásai, sőt még időjárási kihatása is van.

A bolygóközi gázanyag vizsgálatában új eredményt köszönhetünk az első mesterséges bolygó által kibocsátott nátriumfelhőnek is. A felhőt alkotó nátriumgőzök kiterjedése ugyanis szorosan összefügg a bolygóközi gázanyag sűrűségével és a gázcsoport részecskék mozgási sebességével. A gázcsoport részecskék mozgási sebességét viszont az űrrakéta műszerei meghatározták, így a nátriumfelhő kiterjedése képet adott a bolygóközi gázok sűrűségéről. Ebből tudtuk meg, hogy a bolygóközi gázanyag — mint említettük is — körülbelül még egyszer olyan sűrű, mint eddig véltük. Ez azonban még mindig annyit jelent, hogy a Földünknek megfelelő térfogatban mindössze 1 gramm anyag atomjai vannak szétszórva.

Külön feladatot jelent a rakéta belső terének állandó és meghatározott hőmérsékleten való tartása. Ugyanis csak ennek a feltételnek a teljesülése biztosíthatja a műszerek kifogástalan működését, tehát a mérési eredmények megbízhatóságát. Ennek megvalósítása nagy körületekintést igényel: a bolygóközi térben haladó test nemcsak mozgása, de hőgazdálkodása szempontjából is égitest; a környezettel csak sugárzás útján cserélhet energiát (vezetés vagy áramlás útján energiacsere nincs).

A mesterséges égitest hőmérsékletét nemcsak külső tényezők szabják meg, hanem a műszerek működése során felszabaduló hőenergia is szerepet játszik. A holdrakétáknál ezt a kérdést a felület megfelelő kiképzésével általában úgy oldják meg, hogy a külső burkolatnak a Nap által megvilágított oldala — a műszerek által termelt hőtől eltekintve — $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os hőmérséklet esetén nyeljen el ugyanannyi energiát, amennyit az árnyékban levő rész kisugároz. A belső térben a két oldal közti hőcsere mennél hatékonyabbá tétele, továbbá a műszerek egyenletes hőmérsékletének biztosítása érdekében gáztöltést alkalmaznak, amely a hőmenyiségeket vezetés és áramlás útján is szállítja. A belső tér az eddig mondottak ellenére a műszerek működési ideje alatt nem $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, hanem $+15$, $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletű. Ez a műszerek által termelt hőenergia következménye. Az áramforrások kimerülése után megszűnik a műszerek hőtermelése, és ekkor esik le a hőmérséklet $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ körüli értékre. A hőszabályozásra a felület elnyelő és visszaverő képességének kialakításán kívül még az ún. morfológiai módszer: a felület méretének automatikus változtatása is lehetőséget nyújt. Bárhogy is oldják meg a problémát, hőszabályozásra mindenképpen szükség van. Enélkül ugyanis a belső tér hőmérséklete $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$ fölé emelkedne, ami minden műszert tönkretenne.

A felület elnyelő és visszaverő képességének kialakítása csakis felületi megmunkálás árán lehetséges. Festés erre a célra két okból sem jöhet szóba. Egyfelől ugyanis a rakéta rendellenes mozgásai következtében elfordulhatna, hogy éppen a jól elnyelő rész fordulna a Nap felé, a rossz sugárzó pedig az árnyékban levő oldalra, ami az egész hőgazdálkodást felborítaná. Másfelől pedig a légkörön túl, ahol a felületen semmi nem nyújt védelmet a Nap ibolyántúli sugárzása ellen, ez a sugárzás a festékanyagok színét igen gyorsan megváltoztatná, ami ismét a hőgazdálkodás egyensúlyának felbomlását eredményezné.

A Hold közelében

A holdrakétákat szükségképpen megbízzák holdkutatási feladatokkal is. Az első szovjet holdrakéta két ilyen feladatot kapott: a Hold mágneses terének és radioaktivitásának felderítése. E programból a

Hold mágneses terének vizsgálatát 5000 kilométeres legkisebb hold-távolsága folytán valószínűleg nem hajthatta végre.

Megoldhatta azonban a Hold radioaktivitásának felderítését. Ugyanis a gyakorlati értelemben légkör nélküli Holdról a radioaktív sugarak eljutnak ilyen távolságba, s pl. szcintillációs számlálóval kimutathatók. Ez a vizsgálat természetesen csak minőségi jellegű lehet. De az ilyen mérés is fontos, mert felderíti, van-e a Holdnak radioaktivitása, s ha igen, támpontul szolgálhat az erősség tekintetében is. Ennek ismerete azért fontos, mert a Hold radioaktivitása teszi majd lehetővé a személyesen is odautazó ember számára a Hold közei korának meghatározását. Ez az eredmény a Hold keletkezésének kérdése szempontjából is fontos. Különösen most, amikor *Kozirev* felfedezése alapján valószínűnek tekinthetjük a vulkanikus tevékenységet a *mai* Holdon.

A holdrakéták természetesen más feladatokkal is megbízhatók, pl. a Hold fényvisszaverő képességének meghatározása, a Hold által visszavert napfény erősségének és összetételének mérése különböző távolságokban a Holdtól, televíziós kép továbbítása a Földre a Hold arculatáról stb. A holdrakéták megmérhetik a Föld fényességét, tanulmányozhatják a Föld légköréből kilépő sugárzásokat, elsősorban az abból távozó infravörös sugárzást, és mindeme sugárzások együttesének erősségsökkenését a Földtől való távolodással. Ugyanakkor alkalmat adnak a Hold infravörös és rádiófrekvenciás sugárzásának tanulmányozására is. Mindeme feladatok megvalósíthatók a Holdra való leszállás nélkül.

A Hold felszínére leszálló rakéta már meghatározhatja a hold-felszínt borító porréteg vastagságát, elkészítheti és a Földre továbbíthatja a felszínen található anyagok színeképét stb. A Holdon leszálló rakéta úgyszólván minden, a mesterséges holdak által is elvégzett mérés keresztülvitelére alkalmas. Tanulmányozhatja még a Föld légkörében a felhőzet alakulását, csillagászati megfigyeléseket végezhet stb.

Valószínű, hogy az itt felsorolt mérések egy része kivitelezésre kerül, még mielőtt az ember személyesen megjelenne a Holdon. Mindenestre ezek is előreviszik majd tudásunkat szűkebb kozmikus környezettünkről, és segítik az űrhajózás céljainak megvalósítását is.

IFJ. BARTHA LAJOS:

A MAGYAR CSILLAGÁSZAT TÖRTÉNETÉBŐL III.

Csillagászat a reformkorban

Az 1958. és 1959. évre szóló *Csillagászati Évkönyvek*ben röviden összefoglaltuk a csillagászat tudományának fejlődését hazánkban a honfoglalástól a XVIII. sz. végéig. Ez az időszak magába foglalja a primitív csillagászat — csillagmondák, csillaglegendák — az asztrológia, a kopernikuszi forradalom és az égimechanika korát. Az alábbi tanulmányban egy viszonylag rövid időszaknak, a XIX. sz. első felének csillagászatát kívánjuk ismertetni. Cikkünk szorosan kapcsolódik az előzőkhöz, de nem feltételezi azok ismeretét.

A XIX. század csillagászata. A múlt század első felében új korszak küszöbére lépett a természettudomány. Lassan lezárult a tudományos kutatások „klasszikus” kora és egyre inkább érezhetővé vált egy új kor előszele. E forradalmi változás a társadalom ugyancsak forradalmi fejlődésén alapult: az ipar nagyarányú fejlődése egyre inkább igényt tartott a tudományos eredményekre, ugyanakkor éppen az ipari fejlődés tette lehetővé az új kutatási eljárások kidolgozását.

A fizikában fejlődésének csúcsára jutott a Newton-i mechanika. A XVIII. sz. második felének fizikusai és matematikusai tökéletesen kidolgozták e mechanika, majd a következő évszázad elején a klasszikus fénytán és hőtan elveit. Így sok kutató már arra a nézetre hajlott, hogy a fizikában jóformán minden megismerhetőt tisztáztak, csupán néhány kisebb problémát kell még kidolgozni. Amint azonban éppen e század végén kiderült, ezek a kisebb problémák voltak azok, amelyek forradalmasították a fizikát.

Nagyjából így állt a helyzet a csillagászatban is. A XIX. század elején már kidolgozták a szférikus csillagászat és az égimechanika elveit. Bessel, Gauss, Laplace és Leverrier oly tökélyre vitték az égitestek mozgását leíró egyenleteket, hogy azokon lényeges tökéletesítést a legmodernebb eredmények sem végezhetnek. Tisztázatlanul egyedül — az általános esetben megoldhatatlannak bizonyuló — *többtest-probléma* maradt. A *Szürusz láthatatlan kísérőjének* felfedezésével (létezését Bessel

számította ki 1842-ben, először *A. Clarck* pillantotta meg 1860-ban), valamint a *Neptunusz* helyzetének elméleti úton történt meghatározásával (*Adams* és *Leverrier* számításai alapján *Galle* találta meg 1846-ban) az égimechanika elérte legragyogóbb eredményeit. Tulajdonképpen e két felfedezést tekinthetjük az égimechanika korának záróakkordjaként.

Ugyanekkor azonban még jóformán semmiféle ismerettel nem rendelkezünk a *csillagrendszerek szerkezetére* és az *égitestek fizikai tulajdonságaira* vonatkozólag. Ezen a téren az eredményes vizsgálódást a csillagászati műszerek erős ütemű fejlődése tette lehetővé, és ez a folyamat éppen a múlt század első felében indult meg. Elsősorban *J. Fraunhofer* tevékenysége a gyakorlati optika terén elérhetővé tette az addigiaknál nagyobb méretű távcsőoptikák gyártását, melyek egyúttal minőségben is felülmúlták a régebbi készítményeket. Amíg a XVIII. sz.-ban a távcső-objektívek átlagos mérete 10—15 cm körül mozgott, addig a következő század első harmadában *Fraunhofer* már 32, 38 cm-es lencsákat készített a *dorpati* és a *pulkovói* csillagvizsgálók számára. Nem sokkal később ugyanilyen méretű optikákat készítettek a franciák is, az angol *Chancy* pedig már — akkoriban óriásinak számító — 60 cm-es objektívet készített. A jó minőségű optikák némileg kiszorították a tükrös távcsöveket, bár *Herschel* 120 cm-es és *Lord Ross* 180 cm-es tükrei sok érdekes vizsgálatot tettek lehetővé.

Egyidejűleg a műszerek mechanizmusa is jelentősen fejlődött. Sikerült igen pontos fokbeosztású köröket előállítani (főként *Reichenbach* kísérletei nyomán) úgy, hogy a régebbi, nagyméretű, ormótlan szögmérő műszereket rohamosan felváltották a jóval könnyebben kezelhető *meridiánkörök*, *passage távcsövek* és a modern theodolitok elődei, az ún. *isméllő körök*. Az új típusú műszerekkel egyre több csillagvizsgálót rendeztek be, így a világhírű *altonai*, *berlini*, *bécsi*, *dorpati*, *müncheni*, *nizzai*, *pulkovói*, az Egyesült Államokban a *cambridge-i*, Kínában a *Zo-Se-i* (és mint látni fogjuk, hazánkban a *gellérthegyi* és *bicskei*) obszervatóriumok már ilyen eszközökkel voltak felszerelve.

A tökéletesebb eszközökkel sikerült azután a csillagászati kutatást az addig elérhetetlennek látszó területekre is kiterjeszteni. *W. Herschel* és fia, *J. Herschel* *csillagstatistikai* kutatásokból először adott képet a *Tejútrendszer*ről, ugyancsak ők kitűnő katalógust készítettek a *kettős-csillagokról* és a *ködfoltokról*. *Herschel*nek sikerült meghatároznia a Nap és a környező csillagok mozgását. Döntő fontosságú volt az első *csillagtávolság* meghatározás 1832-ben. (*Bessel*, *Henderson* és *Struve*.) A *stellárstatistikáival* párhuzamosan megkezdődtek az első *csillagfizikai* észlelések is. Az ifjabbik *Herschel* és *Steinheil* pontos és könnyen kezelhető *fényességmérő* műszereket (fotométereket) szerkesztettek. Számos Nap, Hold és bolygómegfigyelést is végeztek már.

A csillagászat helyzete Magyarországon. A tudományok gyors fejlődése hazánkban is éreztette hatását. Ez a hatás fokozott volt, hiszen a XIX. század első fele Magyarországon a reformkor. A társadalmi és politikai törekvések mellett a reformkor nagyjai lelkesen karolták fel az irodalmat, a művészetet és a tudományt is. Rövid néhány évtized alatt évszázadokkal lépett előre a magyar kultúra: megszületett a magyar irodalom és művészet, megalapították a Magyar Tudományos Akadémiát és a Nemzeti Múzeumot. Hazánk ekkor már nemcsak átvevője volt az új külföldi eredményeknek, hanem továbbfejlesztője is. A tudomány ügye — akárcsak a művészeté és irodalomé — nemzeti ügygé vált.

Ez a légkör kedvezett a csillagászat fejlődésének is, bár nem kis akadályokkal kellett megküzdeni. A XVIII. sz. végén Magyarországon négy csillagvizsgáló volt: Budán az egyetem Observatóriuma, az egri líceum csillagvizsgálója, a gyulafehérvári Batthyány-féle csillagvizsgáló és a kolozsvári főiskola intézete. Főként az első három a maga korában világszerte ismert volt, de a XIX. sz. elejére már felszerelésük teljesen elavult. Az egri „Specula” alapítójának, Eszterházy érseknek halála után alig kapott anyagi támogatást, a XIX. sz. első feléből csupán újabb könyvek és egy kisebb távcső beszerzéséről tudunk. Bár a tehetséges Tittel Pál, a csillagvizsgáló legképzettebb csillagásza minden igyekezetével az obszervatórium fejlesztésén törekedett, mégsem történt érdemleges beruházás, a műszerek teljesen használhatatlannak voltak és így a tudományos értékű munka is megszűnt. Hasonló volt a helyzet a gyulafehérvári csillagvizsgálóban is.

Kolozsvárott nem volt komolyabb felszerelés, a csillagvizsgáló csak az egyetemi oktatás kiegészítésére szolgált. A csillagdat az egyetem mindenkori fizika tanára vezette. 1805-ben a kolozsvári csillagvizsgálót tűzvész pusztította el. Az új obszervatórium felépítése után a műszerek egy részét is felújították. Néhány jobb eszközt Gyulafehérvárról kértek kölcsön. A meglehetősen gyengén felszerelt csillagvizsgáló csak az egyetemi gyakorlatok elvégzéséhez nyújtott alkalmat és ámbár ezeket kisebb megszakításokkal az első világháborúig rendszeresen végezték, tudományos értékű kutatás (egy alkalomtól eltekintve) sohasem történt.

Nagyobb főiskoláink, pl. Debrecen, Enyed, Sárospatak szintén rendelkezett oktatási célokat szolgáló kisebb csillagászati felszereléssel. Anyagiak híján azonban ezek a műszerek is rendre elavultak. Igaz, hogy egyébként sem végeztek velük érdemleges munkát. Legszomorúbb helyzetben azonban a maga korában oly nagy hírű budai csillagvizsgáló volt.

A gellérthegyi Egyetemi Csillagvizsgáló. A budai — később pesti — Egyetem csillagvizsgálója a XVIII—XIX. sz. fordulóján az akkori budai Vár tornyában volt elhelyezve. Már maga az épület sem mondható ideálisnak. A magas torony erősen remegett, a legfelső emeleten

elhelyezett csillagvizsgáló-terem ablakai nem a fővilág-tájak felé néztek, és így ezekből sem meridián, sem első vertikálisban történő észleléseket nem lehetett végrehajtani. A torony tetején levő négy kis kupola közül csak kettőnek palástját készítették forgathatóan. Az egész épület meglehetősen ódon, elavult benyomást keltett.



35. ábra. A gellérthegy egyetemi csillagvizsgáló keresztmetszete és homlokzati képe. A baloldali kupolában a nagy equatoridál, a jobboldaliban a vertikális kör állt. A középső észlelőterem három ajtaja és két szélső rése a meridián észlelésekhez szolgált, a baloldali rés alatt a passzage műszer volt elhelyezve. (Korabeli metszet után.)

Még rosszabb állapotban voltak a műszerek. A XVIII. sz. utolsó évtizedeiben jóformán semmiféle új beszerzés nem történt. A műszerekről a gellérthegy csillagvizsgáló későbbi asszisztense, *Kmeth Dániel* a következőket írta.*

„Oly ingadozó fa tartalmányokon állnak, hogy a vizsgálonak nagy tűrésre és sok időre van szüksége, míg a billegésre nagyon hajlandó fatsők lecsendesednek. Magok a Tükrök is a levegő álltal úgy meg rongáltattak, hogy ezen Távtőnék hasznokat nem lehet venni, ha csak a tükrök meg nem újjíttatnak, új tsőket nem kapnak és új s erősebb tartalmányokra nem állíttatnak.”

(Tehát lényegében új felszerelésre volt szükség!)

Így azután érthető, hogy a *várbeli csillagvizsgálóban nem történt — nem is történhetett — komoly munka*. Hiába volt a tehetséges *Weiss Ferencnek*, majd utódjának, *Sajnovics Jánosnak* minden igyekezete ez irányban, kérésőiket nem teljesítették. Így azután a *budai csillagvizsgálóban* egyedül *meteorológiai* és *földmágnassági* megfigyelések folytak, igaz, hogy ezeket kiválóan végezték. Jelenleg a *budai hőmérsékleti és mágneses észlelés sorozat* a világ legrégebbi adatanyagai közé tartozik. Ezzel szemben a csillagászati munkák közül csak a legszükségesebbet, a pontos idő meghatározást végezték, ezt is olyan műszerrel, melyről egyébként *Kmeth* azt írja, hogy

„Úvegei közönségesek, a dél-keleti falon mindeddig haszon nélkül függ.”

* *Kmeth Dániel: A Csillagvizsgáló szerzeménye Budán. Tudományos üjtemény, 1817. VI, és IX. sz.*

Ilyen helyzetben vette át a csillagvizsgáló vezetését *Pasquich János*, a *gellérthegyi* obszervatórium megalapítója.

Pasquich János 1802-ben folyamodott az egyetemi obszervatórium másodcsillagász állásáért*. Ekkor már nem volt új ember *Pesten*, hiszen 1797-ig az egyetem mennyiségtan tanára volt. Mikor állandó betegeskedésére hivatkozva tisztségéről leköszönt, *Bécsbe*, majd *Gothába* utazott és az ottani csillagvizsgálókban tevékenykedett. Rövidesen azonban ismét *Pestre* költözött, és ekkor kérte alkalmazását a csillagvizsgálóban. *Pasquich* kérését meglepő gyorsasággal intézték el:

1803 nyarán megérkezett a kinevezése és *József* nádor egyúttal arra is felszólította, hogy tegyen javaslatot a csillagvizsgáló újjáalakítására. A nagy tudományos felkészültségű tudós, aki egyúttal ismerte Európa jelentősebb csillagvizsgálóit, teljesen új műszerek beszerzését javasolta. A magyar kultúra ügyét lelkesen pártoló *József* nádor *Pasquich* kérését is felkarolta, így kétévi huzavona után a csillagvizsgáló engedélyt kapott az új eszközök beszerzésére. *Pasquich* a felszerelést *Fraunhofertől* és *Reichenbachtól* szerezte be. Ekkoriban még világszerte az angol optikai cégek gyártmányait tartották legjobbnak. *Pasquich* azonban ismerte *Reichenbach* néhány



36. ábra. A gellérthegyi csillagvizsgáló és a csillagászok lakóépületeinek látképe *Pestről* nézve. (Korabeli metszet után.)

kisebb eszközét és *Fraunhofer* optikáit, így hát bizalommal rendelt tőlük nagyobb távcsöveket is.

A műszerek beszerzésével egyidejűleg *Pasquich* egy új csillagvizsgáló építésére is javaslatot tett, s erre a célra a *Gellérthegyet* tartotta legalkalmasabbnak. Meglepő módon az egyébként nehézkes és akadékoskodó

* *Pasquich János* (1753—1829). A pesti egyetem természettani segéd-felügyelője 1786-tól, 1792—98 között a mennyiségtan rendes tanára, 1803—1824 között az egyetemi csillagvizsgáló vezetője. Számos matematikai, fizikai és csillagászati könyvet írt, sokat foglalkozott a szférikus csillagászat-tal. Cikkei a *Leipziger Magazinban*, a *Monatliche Correspondenzben*, hazai lapokban jelentek meg. A hazai csillagászat nagy tudású élharcosa volt.

helytartótanács e kérésének is eleget tett, így a csillagvizsgáló építése *Pasquich* és *Reichenbach* tervei szerint 1812-ben megkezdődött. A következő évben már álltak a falak, 1814-ben pedig az obszervatórium nagyjából készen állt. Az új csillagvizsgáló a *Gellérthegy* tetején épült, a mai Citadella helyén. Kétkupolás épület volt, a kupolákat egy nagyobb észlelőterem kötötte össze. Az észlelőterem hossza 14,4 m volt, három magas ajtaja és két rése észak—dél irányba nézett. Ezek mögött helyezték el a meridiánköröket és az időmérő passage műszereket. A két forgatható rézkupolával fedett torony magassága 7,9, átmérője 5,1 m volt, a tornyok közepén, mélyen a földbe ágyazott kőpillérek nyúltak ki*.

Az építkezés még be sem fejeződött, mikor megérkeztek a műszerek is. Ekkoriban tartották a *bécsi kongresszust*, melyen jelen volt *III. Frigyes Vilmos* porosz uralkodó és *I. Sándor* cárr. Az uralkodók *I. Ferenc* császár kíséretében megtekintették *Pest-Buda* nevezetességeit, köztük a csillagvizsgálót is. Erre az ünnepélyes alkalomra a még nem egészen befejezett épületben felállították a már meglevő műszereket, és egyidejűleg *Ferenc* császár arra is engedélyt adott *Pasquich*nak, hogy az ugyancsak jelenlevő *Reichenbach*nál még néhány eszközöt rendeljen. Így, a csillagvizsgáló meggyarapodott felszereléssel 1815-ben kezdte meg működését. Az új intézet felszerelése a maga korában a logikiválóbb lehetett. *Kmeth Dániel* már idézett cikke felsorolja az eszközöket. Ezek:

1. *Passage műszer*, 11,7 cm-es objektív átmérővel, 218 cm gyújtótávolsággal, márvány oszlopokon elhelyezve, az észlelőteremben.

* A műszerek mérete eredetileg bécsi lábban, bécsi hüvelykben és bécsi vonalban van megadva. Egy láb (') = 0,316 m, egy hüvelyk (") = 2,63 cm, egy vonal (""") = 2,2 mm.



37 ábra. A gellérthegyi csillagvizsgáló Fraunhofer-féle heliométere. (A szerző felvétele.)

2. *Vertikális műszer*,* 10,4 cm-es objektívvel, 138,4 cm fókusszal, fokbeosztásos körei 96 cm átmérőjűek. A műszert a keleti kupolában állították fel, fémoszlopokon.

3. *Kis vertikális műszer*, 64 cm gyújtótávolsággal, nagyobbik osztottköre 46,8 cm átmérőjű.

4. *Equatorialis műszer angol szereléssel* (azaz a rektaszccenziós tengely alsó és felső vége egyaránt alá van támasztva). A nyugati

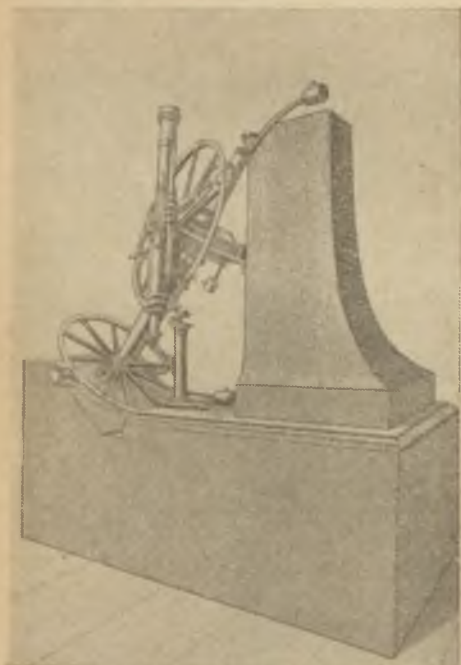
kupolában kapott helyet. Objektív átmérője 11,4 cm, gyújtótávolsága 116,4 cm.

5. *Délkör* (pozíciómérésre), 10,4 cm-es objektívvel és 160,0 cm gyújtótávolsággal. Osztottköre 96 cm átmérőjű. Az észlelőterem keleti része alatt állt.

6. *Azimutális refraktor*, 16,6 cm-es objektívvel és 256,0 cm fókusszal. Kiváló műszer lehetett.

7. *Theodolit* (Kmeth „Tet-Alyponti-Körnek” nevezé), 31,2 cm átmérőjű fokbeosztásos körrel. Helymeghatározáshoz használták.

8. *Heliométer*, 8,2 cm-es objektívvel, parallaktikus — equatorialis — felállításban. Ezt a műszerfajta *Fraunhofer* szerkesztette, az átmérője mentén kettéfűrészelt objektív segítségével igen kis szögeket lehetett mérni. A műszer az észlelőteremben ka-



38. ábra. A gellérthegyi csillagvizsgáló meridiánköre

pott volna helyet, de sohasem állították teljesen össze.

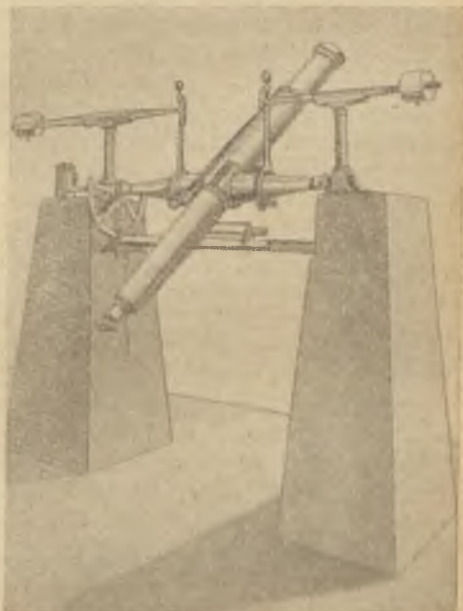
Mint látjuk, a csillagvizsgáló felszerelése a maga korában *elsőrangú és gazdag volt*. Nem csoda hát, ha a német *Encke* „*Európa egyik fő-csillagvizsgálójának*” nevezte. Az épület is kiválóan sikerült és mintául szolgált a később épített *müncheni* és *nizzai* csillagvizsgálóknak. A fel-

* A vertikális kör, a meridiánkörhöz hasonlóan, csak egy vízszintes tengely körül forgatható, de míg az előbbi csőve észak-déli irányban áll, addig a vertikálisé kelet-nyugati ún. első vertikálisban mozog.

szerelést még számos óra, kisebb segédműszer és a régi obszervatórium-ból — melynek tornyát 1830-ban bontották le — áthozott faliquadrans egészítette ki.

A gellérthegyi csillagvizsgáló működése. A gellérthegyi „URÁNIA” — ahogyan az épület homlokzatát díszítő felirat után nevezték az obszervatóriumot — 1815. október 19-én kezdte meg működését. Jellemző a csillagvizsgáló iránti általános érdeklődésre és a lelkes hangulatra a *Nemzeti Ujság* „Hazai, 's Külföldi Tudósítások” című mellékletének beszámolója.*

„A Pesti Királyi Univerzitásnak egyik fényes ága a' Tsillagvizsgáló Intézet, melynek tökéletesítésére Ő Tsászári Királyi Fő Herczogsége az Ország Nádor Ispánya, maga fő közbenjárásával nemcsak tágasabb és alkalmasabb helyet: hanem drágább, ritkább és különös tulajdonságokkal bíró eszközöket szerzettetni méltóztatott. Részint az épületnek elkészítése, részint a jeles eszközöknek felállíttatása hosszabb időt kívánt; ezért csak Octóber 19-dik napján volt az a' nevezetes nap, melyen Uránia ezen Templomában a' nagy világnak testeit figyelmletesen vizsgálni 's az észrevételeket rendszeresen jegyezni kezdték.”



38/a. ábra. A gellérthegyi csillagvizsgáló pásztorja része

A beszámoló ezután felsorolja a megjelent előkelőségeket és a tudományos élet megjelent kiválóságait, majd így folytatja:

„Hogy ezen felszentelés a' Tsászári Fő Herczognak tétével menjen végbe, Ő Tsász. Mag. méltóztatott az első észrevételt tenni és az által a' Déli Lineát (délvonalat) meghatároztatván a' Jegyzékek Könyvét megkezdeni. Emlekezetes dolog, hogy éppen ezekben a napokban

* Lásd: *Nemzeti Ujság, Hazai, 's Külföldi Tudósítások. A Magyar Nemzetnek közjavára Irtá 's Kiadta Kultúr István.* 1815. október 28-i szám (Szombaton, Mind sz. havának 28-ik napján) 273 l.

voltak az égen is különös nevezetes történetek : u. m. Október 13-dikán a Nap és a Vénus összejöttek ; a Mars, ámbár ellenkező jövetelével fenyegetődött, csak 17-ikon érkezett azon pontra, 's időközben, u. m. 14-ikén már a' hatalmas Jupiter a' Nappal összejött vala...
 ...Már most örömmel várhatjuk mindazon felvilágosításokat, a' melyeket egy jól felkészített Csillagvizsgáló Torony ígér a világ-nak felségesebb ismeretére, és a' melyekről már előre bennünket bizonyosakká téssen Pasquich Director Urnak nagy tudománya és fáradhatatlan szorgalmatossága."

Sajnos ez utóbbi jámbor óhaj csak nehezen teljesült. *Pasquich* főként elméleti képzettségű ember volt, ezenkívül előrehaladott kora is gátolta a munkában. Segédje (assistens), *Kmeth Dániel* — *Pasquich* véleménye szerint — elsőrendű észlelő, de képzetlen ember. Ezért az idős igazgató arra törekedett, hogy fiatal, de jó képességű társat szerezzen maga mellé. Ezt megtalálni vélte *Karl Littrownak*, a *kazányi* csillagvizsgáló vezetőjének személyében. *Littrow* a meghívást örömmel vette, hiszen, mint egyik levelében írja*:

„Ön ezt a csillagvizsgálót, mely Európa legjobb és legtökéletesebben felszerelt csillagvizsgáló intézetei között foglal helyet... ..magas fokig tökéletesítette...

...Ez a csillagvizsgáló, melynek leírása engem teljesen megnyert, arra bír, hogy ajánlatát minden további gondolkodás nélkül elfogadjam."

Littrowot társigazgatói (socius) kinevezéssel alkalmazták az egyetemi csillagvizsgálóban. Az idős igazgató és fiatal társa között azonban nem jött létre a tudományos munkához szükséges összhang, ezért állandó torzszalkodások után 1820-ban *Littrow* Bécsbe távozott. *Pasquich* és *Kmeth* ismét egyedül maradtak.

Az észlelések zömét *Kmeth* végezte. A megfigyelések főként a *szférikus csillagászat* és az *égimechanika* körébe vágtak. Rendszeresen figyelték a *Jupiter* holdjainak helyzetét és mozgását. Pozíció meghatározásokat végeztek a fényesebb csillagokon, egyes *üstökösökön* és *bolygókön*. A bolygók delelési időpontját is figyelemmel kísérték. Mindez igen szerény munka volt a csillagvizsgáló gazdag felszereléséhez, a műszerpark egyáltalában nem volt kihasználva. Az észleléseket — melyeket tárgyilagosan tekintve mindössze csak rutinmunkának tarthatunk — 1821-ben adta ki *Kmeth* a csillagvizsgáló egyetlen publikációjában: „*Observationes Astronomicae, etc. Quas in Specula Budensis Montis Blocksberg...*” Ez a csillagászati észleléseken kívül meteorológiai meg-

* *Littrow* 1815. nov. 21-én kelt levele *Pasquich*hoz. *Littrow* annál is inkább szívesen távozott *Kazányból*, mert a cári hivatalnokok bürokráciája, kapzsisága és a kezdetleges viszonyok minden komolyabb munkát lehetlenné tettek.

figyeléseket is magába foglal, s jelenleg [ezeket tekinthetjük a legértékesebbeknek. Kisebb cikkeket néhány hazai és külföldi folyóiratban tett közzé úgy *Kmeth*, mint *Pasquich*, ezenkívül *Pasquich* még 1811-ben egy nagyszabású csillagászati tankönyvet is megjelentetett *Epitome Elementorum astronomiae sphaerico-calculatoriae* (két kötet) címmel.

Nagyban hátráltatta a munkát *Kmeth* és *Pasquich* vitája, mely ugyan *Kmeth* vereségével végződött, de az idős és megtört igazgatót is tönkretette. *Pasquichot* már régebben is több támadás érte, melyeket azonban könnyen megcáfolt. Valószínűleg e támadások mögött a súlyosan sértődött *Littrowot* sejthetjük. A támadásokra írt válaszában *Pasquich* kritizálta *Kmeth* munkáját is, ezzel *Kmethet* is maga ellen ingerelte. A vita végeredményeként *Kmeth*nek távoznia kellett, de bosszútól fűtve teljesen tönkre akarta tenni *Pasquichot*, és ezért a külföldi szaklapokban észlelések hamisításával vádolta. *Pasquich* védelmében azonban a kor leghíresebb csillagászaik adtak közzé nyilatkozatokat, így *Bessel*, *Encke*, *Gauss* és *Olbers* is. *Kmeth* és *Littrow* vádjával egyedül maradt, de *Pasquich* is megsínylette az állandó hajszát, 1824-ben nyugdíjazását kérte (71 éves volt már!) és 5 esztendővel utóbb elhunyt. Négy évvel élte túl ellenfelét, *Kmethet*.*

A gellérthegyi „*Uránia*” fénykora. Az egyetemi csillagvizsgáló megüresedett igazgatói székét *Tittel Pál* foglalta el. *Tittel* nagy képzettségű, külföldet járt csillagász volt. Sokat tanult, járt *Németországban*, *Franciaországban* és *Angliában*, ismerte korának kiváló természet-tudósait, pl. *Herschelt*, *Airyt*, *Pondot*, *Enckét*, *Zachot*, *Littrowot*, *Piazzit*. Másfél évig tanult *Gauss* mellett, és a „matematika fejedelme” igen nagyra tartotta magyar tanítványának képességeit**. Először az egri csillagvizsgálóban dolgozott, de az elavult obszervatórium nem elégítette ki képességeit. Örömmel vette ezért, mikor 1824-ben a gellérthegyi

* *Kmeth Dániel* (1783—1825). Bölcsésztanár, 1812-től 1823-ig segédcsillagász az egyetemi csillagvizsgálóban. Kiváló észlelő, több beszámoló szerzője. Emlelt könyvén kívül még kiadta az intézet észleléseit tartalmazó „*Astronomische Beobachtungen des Zenithdistanzen und geraden Aufsteigungen der Fixsterne*” c. művét. (Buda, 1823.) *Pasquich* ellen a Tudományos Gyűjteményben és a *Monatliche Correspondenzben* közzölt koholt vádak. Erre a válasz *Pasquich* kiadásában közzétett *Briefe an Hesperus*-ban és neves külföldi csillagászoknak az *Astronomische Nachrichten* 111. kötetében közzétett cikkeivel jött. *Kmeth* távozása után Kassán lett matematika tanár.

** *Tittel Pál* (1784—1831). Bölcsésztanár, előbb az egri, majd a gellérthegyi csillagvizsgáló vezetője. Sokat foglalkozott a kronológia (naptár) problémáival, erről könyve és több cikke jelent meg. Cikkeit a *Tudományos Gyűjtemény*, a *Bode's Jahrbuch* és az *Astronomische Nachrichten* közölte. A legtehetségesebb magyar csillagászok egyike volt, korai halála azonban meggátolta munkáját.

csillagvizsgálóba nevezték ki. Ide magával hozta kedves tanítványát, az akkor 14 esztendő *Montedegói Albert Ferenc*t is.

Tittel alatt élte a csillagvizsgáló fénykorát. A tehetséges tudós nagy igyekezettel látott az észlelésekhez, *Albert Ferenc* is jó tanítványnak bizonyult. Rövidesen sok ezerre rúgó észlelési anyagot gyűjtöttek össze. *Albert Ferenc* 1826. február 2-án *megfigyelés közben egy üstököst is felfedezett*. Nagy kár, hogy az észlelések közvetlenül a feldolgozás előtt meggyulladtak, és jórészt elhamvadtak, így az első magyar csillagász által felfedezett üstököst nem ismerik el. Jól jellemzi a csillagvizsgálóban folyó lázas tevékenységet *Albert Ferenc* egyik megemlékezése:*

„Ernyedetlen szorgalommal, éjjel-nappal folytatván a csillagászati észleléseket, ezek rövid idő alatt sok ívrétű nagy köteteket töltöttek be, és volt idő, hol sem Tittel maga, sem én hetekig le nem vetköztünk és rendszeren nem aludtunk, hanem csekély számú és csillagászati észlelések által minduntalan félbeszakított szünórákban csak felöltözve és széken ülve szundikáltunk.”

Tittel az állandó észlelések mellett még elméleti munkára is talált időt, pl. sokat foglalkozott az ókori, valamint a keleti népek *kronológiájával* és az *aberráció elméletével*.

Csillagvizsgálónk ekkoriban *Pest-Buda* egyik legnépszerűbb intézménye volt. Vasárnaponként sokan keresték fel a *Gellérthegy*t, ahol este a használaton kívüli műszerekkel az égitesteket bemutatták. Sok látogatót vonzott a művelt és szellemes *Tittel* személye is. *Széchenyi*, *Kossuth*, *Vörösmarty*, *Bajza* szívesen időzött a csillagvizsgálóban. Külföldi vendégek is sokszor jártak az intézetben. Az „*Uránia*” népszerűségét még növelte az 1830-tól rendszeresen meginduló *déljelzés*. Ebben az évben *Stáhly Ignác*, az egyetem rektora — világhírű orvos — egy harangot adományozott az obszervatóriumnak. E haranggal minden délben időjelet adtak a főváros lakóinak. Az időjelzésről *Tittel* ismeretést is írt: „*Rövid tudósítás a toronyórák regulázása végett adandó jelek idejéről és módjáról*” címen.

Sajnos *Tittel* nem sokáig működhetett az obszervatóriumban. Számos — *Albert Ferenc*ccel együtt végzett — észlelése, mely főként bolygó, kisholygó és csillag pozíciókat tartalmazott — még összeállíthatatlan volt, amikor 1831. augusztus 26-án a nagy kolerajárvány őt is elragadta. Halála súlyos veszteséget jelentett a hazai csillagászat számára. *Vörösmarty* költeményben búcsúztatta tudós barátját. Talán

* Lásd a Magyar Orvosok és Természetvizsgálók 1868. aug. 21-től 29-ig Egerben tartott XIII. vándorgyűlésének történeti vázlatát. *Tittel Pál* (emlékbeszéd *Montedegói Albert Ferenc*től).

nem érdektelen közölnünk nagy költőnk *Tittel halálakor* címmel írt versét (1831):

Téged egek s csillagkoronák éjféli barátját,
A föld fellegin túl rideg ormi lakót
Hogy közelebb jutnál, a csillagok ősurá, téged
Tittel! óhajtasid tűzseregéhez emelt;
Ah, de utánad gyász maradott. Most felmegy az utas
S nem leli, melyet várt, lelke az égi gyönyört
Pusztá halommá lőn az imént meglelkesedett szirt
S néma jegy a csillag, mely megyen orma fölött.

Tittel halála után hosszú ideig üresen marad a csillagvizsgáló igazgatói széke. Az egyetem nem találta eléggé képzettnek *Albert Ferencet* a tudományos munkára, ezért a kutatás is szünetelt. Végül 1835-ben a cseh-osztrák származású *Mayer Lambertet* nevezték ki.

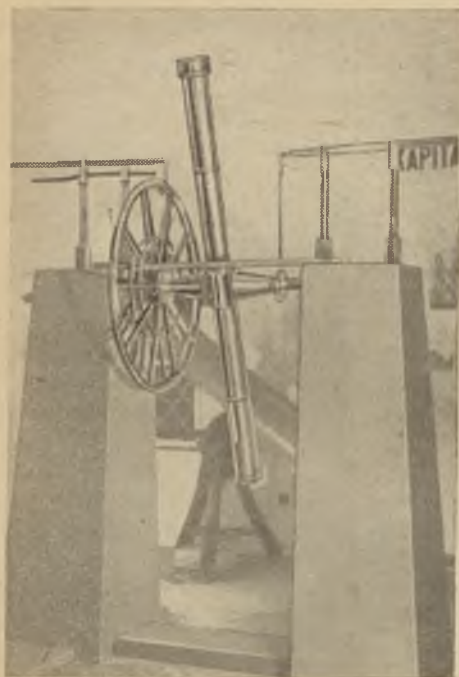
Mayer Lambert régóta kapcsolatban állt a *gellérthegy*i csillagvizsgálóval; még *Pasquich* idejében részt vett a Bécs—Buda közötti hosszúságmérései munkálatokban. Képzettsége, munkakedve azonban sem *Pasquichéhoz*, sem *Titteléhez* nem hasonlított. Vezetése alatt ezért a megfigyeléseket jóformán egyedül *Albert Ferenc* végezte. Az utolsó észlelések a *Halley-üstökös* 1832. évi helyzetmeghatározásairól és az 1846-ban felfedezett *Neptunusz* megfigyeléseiről szólnak. Ezek az akkor meginduló és azóta is nemzetközi hírű *Astronomische Nachrichten*-ben jelentek meg. Ezenkívül rendszeres és gondos meteorológiai megfigyelések is történtek (naponta tízszer állapították meg az adatokat), valamint a pontos idő jelzését végezték.

A csillagvizsgáló hanyatlásához nagymértékben hozzájárult a műszerek és az épületek rongálódása. Beszerezték ugyan egy új, precíziós ingaórát, egy nagyobb tárcső és külön kupola építésének terve is felmerült, úgyhogy *Albert Ferenc* a Német Orvosok és Természetvizsgálók 1842. évi mainzi vándorgyűlésén még igen bizakodó hangon számol be a csillagvizsgálóról. A rossz gazdasági viszonyok miatt azonban a tervekől nem lett semmi. „Európa egyik fő-csillagvizsgálójának” híre lassan lehanyatlott.

Nagy Károly és a *bicskei csillagvizsgáló*. E szomorú viszonyok késztették *Nagy*



39. ábra. A bicskei csillagvizsgáló megmaradt kupoldjának jelenlegi állapota. (Holényi László felvétele.)



40. ábra. A bicskei csillagvizsgáló nagy meridiánköre.
(A szerző felvétele.)

teremből, valamint két kupolából és az ezektől külön álló harmadik, forgatható fedelű építményből állt. Ezek mellett volt a csillagászok lakóháza.

Ugyanakkor Nagy Károly a műszereket is beszerezte, nagyobbbrúst a bécsi Ploesseltől. A következő nagyobb műszereket hozatta meg:

1. Nagy meridiánkör, 11,9 cm-es objektívvel, precíziós osztottkör leolvasással.

* Nagy Károly (1797—1868), Nagy ismeretkörrel rendelkező természettudós és politikus. A Batthyány-birtok gondnoka volt. Szerkesztette az *Akadémiai Évkönyvet*, kiadta magyar nyelven a Babbage-féle logaritmus táblát, matematikai és geometriai könyveket írt, számos népszerű cikke jelent meg a korabeli lapokban. Megírta az első magyar nyelvű népszerű matematikát és geometriát (*Kis számítás és Kis geometria*). Ég- és földgömböt szerkesztett, ő használta először hazánkban a méterrendszert. Élete utolsó éveiben írt művei arra vallanak, hogy valószínűleg idősebb korában elméletet is kapott.

Károlyt, a reformkor egyik legérdekesebb egyéniségét, a bicskei obszervatórium alapítására.* Ez a lelkes, agilis, matematikailag, fizikailag és a kémiában egyaránt képzett ember élete főcéljának tartotta, hogy egy újabb, korszerűbb obszervatóriumot létrehozasson. Jól ismerte korának nagy csillagvizsgálóit, járt Angliában, Franciaországban és az Egyesült Államokban is. Ő szerkesztette az *Akadémiai Évkönyveinek* csillagászati táblázatait, éggömböt készített és matematikai könyveket írt. Egyike volt az első magyar ismeretterjesztőknek és sokat tett a népművelés ügyéért.

Nagy Károly 1847-ben fogott hozzá csillagvizsgálójának építéséhez. E célból Bicske melletti birtokán csillagászati épületeket emelt. Az épület egy nagyobb központi műszer- és könyvtár-

2. Szállítható ismétlőkör (theodolit), vertikális osztottkörének átmérője 66,8 cm.

3. Tört csövű meridiánkör (ennél az okulár a vízszintes tengelyen van elhelyezve), 6,2 cm-es objektívvel, 66,8 cm átmérőjű fokbeosztásos körrel.

4. Dyalit típusú nagy távcső, parallaktikus felállítással, óragéppel. Objektívje 19,5 cm átmérőjű, hozzá mikrométerek, napokulár és kisebb segédeszközök.

5. Kis dyalit távcső, 9,1 cm-es objektívvel és mikrométerrel.

6. Üstökös kereső távcső, 9,2 cm-es objektívvel. (Mertz gyártmány.)

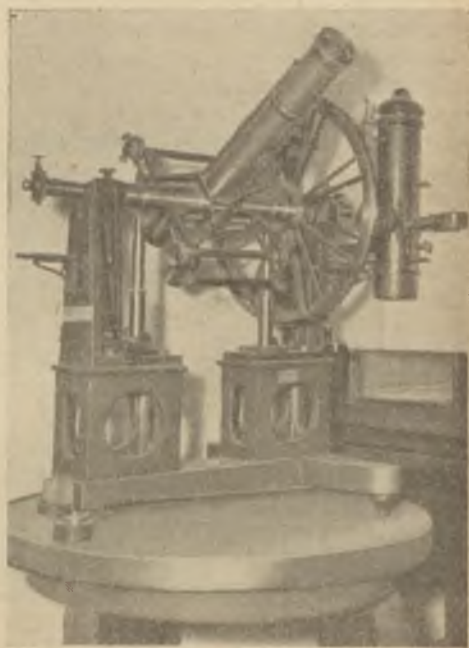
7. Üstökös kereső távcső, 7,9 cm-es objektívvel. (Ploessel.)

8. Hordozható dyalit, 7,3 cm-es objektívátmérőjű.

9. Kis passage távcső, úti célokra.

Ezekon kívül szeksztránsok, órák és egyéb segédfelszereléssel is fel volt szerelve a csillagvizsgáló. A beszerzést Nagy Károly főként saját vagyonából eszközölte. Közben öccsét, Mihályt és egy tehetséges fiatal mérnököt, Neumann Antalt külföldre küldött tanulni. A csillagvizsgáló 1848-ban már majdnem készen állt, mikor kitört a szabadságharc.

A gellérthegyi és bicskei csillagvizsgálók pusztulása. A szabadságharc vihara mindkét, világviszonylatban is kiváló felszerelésű csillagdnakat elpusztította. Budavár 1849. május 4—21 közötti ostromának idején a gellérthegyi „Uránit” osztrák ütegek rommá lötték. Az osztrák érzelmű Mayer Lambert igazgató már előzőleg elmenekült, Albert Ferenc pedig nem tudta megátolni, hogy osztrák tisztek ne vegyék igénybe a csillagvizsgáló távcsöveit. Ez természetesen a környék magyar lakosaiban ingerültséget szült az obszervatórium ellen. Május 8-án Görgey tűzörséget vontatott a csillagvizsgáló mellé, innen ugyanis felülről tudta lőni az osztrákok által



41. ábra. A bicskei csillagvizsgáló kis meridiánköre.
!(Dr. Rehák Tibor felvétele.)

védett vár déli szárnyát. Természetesen az ellentűzben az Intézet több belövést kapott. *Albert* segítséget kért — és némi késéssel kapott is — a műszerek leszerelésére és biztosabb helyre szállítására, ez azonban már keveset segített. Bár *Albert Ferenc* és néhány önfeláldozó budai polgár *életveszélyek között igyekezett menteni a műszereket és iratokat*, a bombák pusztításától és a fosztogatásoktól nem tudták ezeket megvédeni. *Albert* jelentése* megrázóan állítja elénk a csillagvizsgáló tragédiáját, többek között ezeket írja:

„...Május 10-én a házi szolgálóval felmászván ismét a hegyre már a ház szomszédjában elszórt egyes könyvekre 's irományokra találtam 's belépve a házba a' pincét, minden szobát, szekrényt, ajtót erőszakosan feltörve 's tökéletesen kirabolva találtam. A vizsgálati terem ajtáját... ...fejszével leltem beütve.”

Bár *Nagy Sándor* tábornok erélyes nyomozást indíttatott, az elrabolt műszerek csak töredékesen, csonkán kerültek meg. Elpusztult a több tízezer észlelés nagy része is. A megmaradt eszközöket *Jedlik Ányos* helyezte biztonságba az Egyetem pincéjében.

Nem járt sokkal jobban a *bicskei* csillagvizsgáló sem. A forradalmi érzelmű *Nagy Károlyt* az osztrákok 1849 júliusában elfogták és Pestre hurcolták, műszereit zár alá helyezték. *Nagy Károly* később Párizsba emigrált, eszközeit, könyvtárát és birtokát az államra hagyva, ez utóbbit azzal a kikötéssel, hogy eladási árát egy állami csillagvizsgáló építésére fordítsák. Elborult elmével halt meg Párizsban, mindenkitől elhagyva, 1868-ban. Műszerei nagyjából szintén a pesti egyetemre kerültek. Így pusztult el hazánk két legnagyobb csillagvizsgálója, melyek felszerelésüket tekintve a XIX. sz. közepén Európa legelső intézetei lehettek volna.

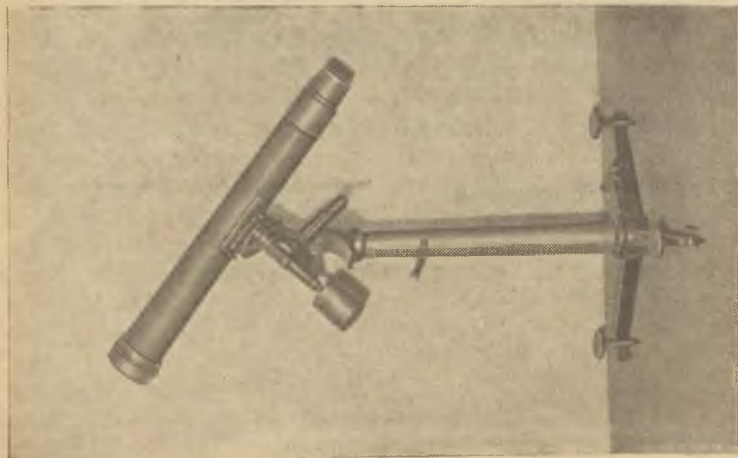
A csillagászat népszerűsége a XIX. században. Többször is szó esett arról, hogy a múlt században a csillagászati ismeretek egyre jobban elterjedtek a szakmai képzettséggel nem rendelkező műveltebb nagyközönség között is. Ekkoriban találkozunk az amatőr csillagászat első nyomaival is.

A gellérthegyi csillagvizsgálót sokszor keresték fel látogatók és az Intézet műszerein az érdeklődők számára már a mai értelemben vett „bemutató” is folyt. Az akkori ismeretterjesztő lapok, folyóiratok, mint pl. a *Tudománytár*, a *Tudományos Gyűjtemények* és a *Hasznos Multságok*, sokszor hoztak csillagászati közleményeket. Különösen sokat tett a csillagászati ismeretterjesztés érdekében *Nagy Károly*,

* Lásd *Albert Ferenc* jelentését a csillagvizsgáló pusztulásáról. Nyomtatásban megjelent a *Csillagok Világa* I. évf. 5. sz. (1948)-ban, dr. Réthly Antal közlésében.



42. ábr. A bickai csillagvizsgáló horizontális
szinkritóra. (Dr. Rehácz Tibor felvétele.)



43. ábr. Ploosch-féle távcsőberendezés a bickai csillag-
vizsgálóról. (Dr. Rehácz Tibor felvétele.)

Tittel Pál és később Montedegói Albert Ferenc. Latin nyelvű népszerűsítő csillagászatot Pasquich és Kmeth is írt (ez utóbbi Pesten jelent meg *Astronomia Popularis* címen, 1823-ban). Az ismeretterjesztő munkák közül különösen kiemelkedő Varga Márton 1809-ben megjelent népszerű természetrajza, mely a *Tsillagos Ég és a Föld Golyobissáról* szól. Ez a nagyon átfogó és a kor minden fontosabb ismeretét tárgyaló mű erősen klerikális beállítottsága ellenére is néha egészen modern szellemű.

A magasabb fokú iskolákban a csillagászat a mainál jóval nagyobb teret kapott a tantervben. Néhány nagyobb kollégiumunk szertára távcsövekkel, éggömbökkel és egyéb csillagászati műszerekkel is fel volt szerelve, s ezeket felhasználták az oktatás kiegészítésére. Érdekes képet ad erről pl. Arany János önéletrajzi költeménye, a *Bolond Istók*, melynek második része — mint ismeretes — nagy költőnk debreceni diákéveiről szól. Itt írja:

24. Oh hányszor elmerengett tiszta mennybe
Hol a tejút s a többi napkörök
Egy-egy láncszem tovább a végtelenbe
Hol milliárd nap és bolygó görög;
A Sirius-hossz, ily távollal szemben
Már semmi, hát még ez a földi rög...!
De iskolában rettenté a sok
Á + b, $\sqrt{\quad}$, a dült nyolcasok.

25.
.....
S ha csillagásztak ő nézván a csöbe
Sipkát akasztott más lurkó elébe.

Csillagászáttal egyébként nemcsak a gellérthegyi egyetemi csillagvizsgáló munkatársai foglalkoztak (akik egyúttal az Egyetem csillagászati, illetve matematikai tanszékének tanárai is voltak). Gamauf Gottlieb soproni evangélikus esperes az akkoriban igen elterjedt Lichtenberg-féle csillagászati könyvet fordította latinról németre. Schreibers Károly számos munkát írt a *meteorit esőkről*, ez akkoriban sokat vitatott kérdés volt. Külföldön tett szert világhírré Zach Ferenc Xavér (1754—1832), az első nemzetközi csillagászati együttműködés megszervezője, a gothai csillagvizsgáló igazgatója és a *Monatliche Correspondenz* című nemzetközi asztronómiai-geodéziai folyóirat kiadója.

A szabadságharc után. Az 1848-as szabadságharc bukása után mély sötétség borult a magyar kulturális életre és a csillagászati kutatásokra is. A gellérthegyi csillagvizsgáló romokban hevert, műszerei — a bicskei obszervatórium eszközeivel együtt — az egyetem egy eldugott zugában porosodtak, de a Bach-korszak magyarellenes politikája még e szerény kezdeményezéseknek sem adtak helyet. Felmerült a gellért-

hegyi „Uránia” újjáépítésének gondolata is. A Citadella felépítésével azonban ez a terv is csak ábránd maradt.* Montedegói Albert Ferenc visszaköltözött Egerbe, ahol kutatási lehetőségek híján népszerű cikkek írásával és kalendáriumok szerkesztésével foglalkozott.** A Nagy Károly-féle hagyaték vagyoni része kézen-közön elfolyt, az épületek megromgálódtak. (Ma már csak egy kupola romjai állnak Bicske mellett. Erre nemrégiben Holényi László főmérnök hívta fel a figyelmet.) Aki hazánkban csillagászattal kívánt foglalkozni, vagy tétlenségre volt kárhóztatva, vagy külföldre kellett mennie. A gellérthegyi és bicskei műszerek állapotáról szomorú képet fest a *Sirius* című német csillagászati lap egyik 1872-ben megjelent névtelen cikke.*** Itt „egy utas” leírja, hogy az egyetemen járva megtekintette a csillagászati eszközök roncseit. A műszerek egy ablaktalan, nedves, szűk helyiségben voltak elhelyezve. A Gellérthegyről megmentett távcsövek sérülten, megrongálva heverték szanaszét. A nagy equatoriál szétszedve, csonkán fekszik a földön.

A műszereket azután Eötvös Loránd kitisztíttatta, de felhasználásukra már nem került sor. Ma a TIT Uránia Bemutató Csillagvizsgálója őrzi tudománytörténetünk e szép emlékeit. Az elpusztult csillagvizsgálók helyett pedig Konkoly Thege Miklós teremtette meg népszerű és világhírű obszervatóriumát.

**Sirius*, 1872 júniusi száma. Magyar nyelven — kivonatolva — megjelent a *Természettudományi Közlöny* 4. évf. 8. sz. (1872 augusztusi) számában a 31. lapon: „Jajkiáltás a gellérthegyi és bicskei csillagvizsgáló eszközök érdekében” címmel.

***Montedegói Albert Ferenc (1811—1883)*. Fiatalon, Tittel Pál gyakor-nokaként került a csillagvizsgálóhoz. Tittel halála után egy ideig ő vezette az Intézetet, majd Mayer Lambert segédje lett. 1841-től az egyetem csillagászat-geodézia tanára, majd 1850-től az egri líceum csillagvizsgálójának igazgatója. Több népszerű cikket írt és kalendáriumokat szerkesztett. Tehetségét, sajnos, nem tudta gyümölcsöztetni.

***„Nem sokkal jobb dolga van a 4 hüvelykes szép meridián körnek... A távcső tárgylencséje hiányzik, hajlandók vagyunk azt hinni, hogy jó helyre (?) van téve. A cső már görbének látszik, hogy a tengely már görbe, az bizonyos...

A meridián kör mellett áll egy 4—4½ hüvelykes nyílású passagesső, szintén már tárgylencse nélkül... de köre már úgy el van nyomorodva, hogy teljesen hasznavehetetlen, tengelyének is már teljesen görbének kell lennie, mivel negyed század óta nincsen rajta ellensúly. Szemünkbe ötlük még egy 3 hüvelyk nyílású heliométer, sárgaréz lábakon, e szép eszköz oly szörnyen meg van rozsdásodva, hogy részeit már a legnagyobb erővel sem lehet mozgatni.”

RÓKA GEDEON:

A VILÁGMINDENSÉG ANYAGA

A modern csillagászat egyik tekintélyes ága: az asztrofizika az égitestek és a csillagok közti szétszórt anyag fizikai állapotának és kémiai összetételének vizsgálatával foglalkozik. Az asztrofizika azáltal lett fontos és nagy jelentőségű része az újabbkori természettudománynak, hogy az égitestek világában olyan különleges anyagrendszereket ismertünk meg, amelyeknek fizikai állapota sok esetben eltérő a földi körülmények között tapasztalható állapotoktól. A fizika és kémia tapasztalati alapja ezáltal kiszélesedett és az égitestek anyagának vizsgálata hozzájárul ahhoz, hogy behatóbban megismerjük a természet törvényeit.

A csillagászat más ágai sem kevésbé fontosak, mint az asztrofizika, hiszen az égitestek helyzetének pontos meghatározása, távolságaik, méreteik ismerete az alapja minden további következtetésnek. Az égitestek mozgásával foglalkozó tudomány, az égi mechanika pedig éppen napjainkban került egészen szoros kapcsolatba a gyakorlattal a mesterséges égitestek megalkotása során. A csillagászat különféle ágai tehát nem állíthatók valamiféle rangsorba, már csak azért sem, mert hiszen szoros összefüggésben vannak egymással. Nem is ilyen értelemben szeretnénk rámutatni az asztrofizikának arra a szerepére, hogy talán legszemléletesebben világítja meg a csillagászatnak mint tudománynak létjogosultságát és nélkülözhetetlen voltát a világ megismerésében. Az asztrofizika ugyanis nem alakulhatott volna ki, ha az égitestek birodalma valami más lenne, mint az anyagi világ. Nem foglalkozhatnánk az égitestek fizikai állapotának és kémiai összetételének tanulmányozásával, ha nem a fizika és a kémia törvényei érvényesülnének az égitestek körében is. Természetesen égi mechanikáról sem beszélhetnénk, ha nem anyagi testek kölcsönhatása szabályozná az égitestek mozgását, de mégis az asztrofizika jutott a legközvetlenebb kapcsolatba a világmindenség anyagával. Ezért domborítja ki legszembetűnőbben az asztrofizika a csillagászatnak mint tudománynak lényegét, mert nyilvánvaló, hogy ha a nagy világmindenség jelenségei kívül állnának az anyagi világ törvényein, akkor a csillagászat a

misztika tárgya volna és nem tartozhatnék a tudományok közé. Az anyagi világ, a természet azonban együtt jelenti mind a Földet, mind a Földön kívüli világot. A természetkutatás tehát nem nélkülözheti a csillagászat tudományát.

A csillagászat nem mindig volt egyértelműen szerves része a természetkutatásnak. A csillagászat legrégebb korszakaiban, az ősi Babilóniában és Egyiptomban voltaképpen nem égitesteket figyeltek meg, hanem inkább csak égi fényeket. Fel sem merült az a gondolat, hogy az égbolton vándorló halványabb és erősebb fényeket valamilyen anyagi testek bocsátják ki. A megfigyelt jelenségek értelmezése a csillagimádás és a csillagjóslás misztikumába torkollott.

Az ókori görög csillagászat érkezett el először az égitestek fogalmához. Filozófiai és geometriai alapon jutottak arra a következtetésre, hogy az égitestek szabályos gömb alakú testek. A materialista görög filozófusok már sejtették, hogy a Föld és az égitestek együtt alkotják az egyedül létező anyagi világot, mely saját belső törvényei alapján fejlődik. Demokritosznak, az antik atomelmélet megalkotójának világképében az egész világot az atomok és az űr alkotják.

Az ókorban általánosan elfogadott geocentrikus világkép azonban még nem volt alkalmas arra, hogy keretül szolgáljon a természet csillagokig való kiterjesztésének. A világmindenség középpontjában mozdulatlanul nyugvó Föld eszméje még mindig élesen kettéválasztotta a világot a Földre és az égre. Éppen ebből sarjadt az a sokáig uralkodó arisztotelészi elképzelés, hogy az égitesteket valamilyen felsőbbrendű égi anyag, az „éter” alkotja, melyre nem vonatkoznak a természet törvényei.

Tovább élt ez a téves nézet a középkori eszmevilágban is. A középkorban az egyház a geocentrikus világképet emelte dogmává, a világ közepén kiváltságos helyzetben levő Föld és a felsőbbrendű égitestek teremtett és változatlan világát megtoldva még egy természetfölötti övezettel, a mennyei lakók birodalmával.

Ismeretes, hogy Kopernikusz távolította el a legnagyobb akadályt a valóságos világ megismerése elől. Kopernikusz heliocentrikus világképét joggal tekintik a modern természetkutatás elindítójának. Az a felismerés ugyanis, hogy a Föld csupán a Nap egyik bolygója, már magában rejti azt is, hogy a bolygók, tehát égitestek is éppen olyan anyagi testek, mint a Föld. Kopernikusz eszméi ihlették Giordano Bruno képzeletének szárnyalását a számtalan Földhöz hasonló lakott világgal népes végtelen világmindenség felé.

A csillagászat tudománya ennek ellenére Kopernikusz korában még nem léphetett fel azzal az igényvel, hogy az anyagi világ törvényszerűségeinek megismerése céljából műveljék. Kopernikusz világképe még csak elmélet volt, amit bizonyítani nem lehetett. Maga az elmélet is,

csak a Föld és a bolygók hasonló mozgására alapította egy típusba tartozásukat, de hogy milyen lehet a bolygók vagy más égitestek anyaga, arra vonatkozólag még feltevések sem születhettek. Kepler például, aki elfogadta Kopernikusz rendszerét és felismerte a bolygómozgások róla elnevezett három tapasztalati törvényét, a bolygók tanulmányozása és általában a csillagászati kutatások célját és értelmét nem abban látta, hogy megismerjük a természetet és az így szerzett ismereteket felhasználjuk a gyakorlatban, hanem hogy az ember a teremtés örök tökéletességének szemlélésében magasabbrendű szellemi élvezetet találjon.

Kopernikusz rendszerének a nagy világmindenség anyagiságára utaló jellegét első ízben a Newton által felismert általános tömegvonzás törvénye igazolta. Newton bizonyította be, hogy az égitestek mozgását ugyanaz az egyszerű természeti törvény szabályozza, mint az alá nem támasztott tárgyak esését a Föld középpontja felé. Ez a tény jelentette a világ anyagi egységének első bizonyítékát. Az anyagi világ végtelenül változatos és kimeríthetetlenül sokféle jelenségeit ugyanis éppen a közös törvények foglalják egységbe. Az idealista filozófia, különféle vallások, misztikus tanok képzeletvilágában élő abszolút szellemet, világsszellemet, természetfölötti lényeket és erőket mindig kívül állónak gondolták az anyagi világ törvényein. A régi időkben, amikor a természet törvényeit nem ismerő ember számtalan rejtéllyel és titokkal találkozott az őt körülvevő világban, természetes okok hiányában misztikumot vélt az olyan jelenségek mögött, amelyekre nem tudott magyarázatot találni. A rejtélyesnek tűnő világegyetem mintegy valószínűsítette az idealizmus elgondolását a természetfölötti lényekről és erőkről. Az égbolt nap mint nap megszokott jelenségei, a Nap, a Hold, a csillagok is éppen elég találgatásra adtak alkalmat, de még inkább a rendkívüli csillagászati események. Egy-egy szeszélyes alakú üstökös váratlan megjelenése, egy sűrű meteorrajjal való találkozás, amikor „százával hullottak a csillagok az égről”, fényes tűzgolyók félelmet ébresztő feltűnése, óriásmeteorok becsapódása, a nap- és holdfogyatkozások mind táplálták azt a hitet, hogy az anyagi világon kívül, ahol a természet törvényei érvényesülnek, van egy másfajta világ is.

Newton törvényei kapcsolták először bizonyíthatóan az égitestek természetfölöttinek hitt világát az anyagi világhoz. A gyakorlat igazolta, hogy Newtonnak az égitestek mozgására vonatkozó törvényei valóban a világban meglevő törvényszerűséget tükröznék. A newtoni mechanika alapján ugyanis a csillagászatban lehetségessé vált a tudományos előre látás. Nemcsak az addig ismeretlen Neptunusz bolygó helyzetét számították ki előre az égbolton, hanem számos csillag kísérlését is elméleti úton fedezték fel. De nemcsak a nagy jelentőségű felfedezések, hanem

a csillagászati évkönyvek minden adata, amelyek előre megadják az égitestek helyzetét, az üstökösök visszatérésének időpontját vagy a fogyatkozások lefolyását, bizonyíték a newtoni mechanika és ezen keresztül a világ anyagi egysége mellett. Napjainkban pedig a kísérleti bizonyíték is megszületett: a világmindenségben mozognak az ember alkotta mesterséges égitestek. Ez a sikeres kísérlet még közvetlenebbül bizonyítja, hogy helyesen ismertük fel az égitestek mozgástörvényeit.

A newtoni törvények felismerése után a színeképelemzés szolgáltatta az újabb adalékot a világ anyagi egysége számára. A színeképelemzés csillagászati alkalmazásával, az asztrofizika létrejöttével lehetőségessé vált a csillaglégkörök kémiai összetételének vizsgálata. Ma már közismertnek tekinthetjük, hogy a legtávolabbi égitesteken sem találtak mást, mind a Földön ismeretes kémiai elemek atomjait.

Ez kétségtelenül fontos érv a világ anyagi egysége mellett. A tények alapján való cáfolata az arisztotelészi felsőbbrendű égi anyag feltételezésének, a Föld és az „ég” közötti válaszfal végleges lerombolása. Mindemellett a Föld és az égitestek kémiai homogenitása még nem meríti ki teljes egészében a világ anyagi egységének mélyebb értelmét. A színeképelemzés elsősorban azzal támasztja alá a világ anyagi egységet, hogy bizonyítja az égitestek anyagi természetét. Ebből azonban egyáltalában nem következik, hogy minden égitestnek szükségképpen azonos kémiai összetételűnek kellene lenni. A valóságban ez nincs is így és semmi sem indokolja, hogy éppen Földünkön kellene meglenni mindenféle lehetséges atomnak, ami a világmindenségben található. Helytelen volna összetéveszteni a világ anyagi egységet a Föld és a világegyetem azonos kémiai összetételének vagy fizikai állapotának feltételezésével. A világ anyagi egysége nem azt jelenti, hogy az égitestek ugyanolyan anyagból állanak, mint a Föld. Egyáltalában nem ellenkezik a világ anyagi egységével, ha valamelyik égitesten a Földön ismeretlen kémiai elemet fedeznének fel. Erre máris példa lehet a technécium nevű elem, amelyet kimutattak bizonyos csillagok légkörében. A technécium a Földön szabad állapotban ez idő szerint nem fordul elő, hanem csak mesterségesen állították elő a laboratóriumban; eszerint ismerjük ugyan ezt az elemet a Földön is, de nem alkotórésze a Föld anyagának. Arra is lehetne példákat felsorakoztatni, hogy az égitestek anyaga a Földétől annyira eltérő fizikai állapotban található, hogy ugyanolyan anyagról nem is beszélhetünk. Így pl. a csillagok belsejének több millió fokos anyaga, a gázködök rendkívül ritkított állapotú vagy a szupertörpék óriási sűrűségű anyaga nem található meg a Földön. Újabban lehetségesnek tartják, hogy a világmindenség távoli részein úgynevezett anti-atomokból is épülhetnek fel égitestek. Az anti-atomok abban különböznek a „közönséges” atomoktól, hogy atommagjuk negatív és atomhéjuk pozitív töltésű. Nem tudjuk még,

hogy valóban léteznek e ilyen égitestek, de ha be is igazolódna ez az egyelőre csak elméleti jellegű feltételezés, ez sem ellenkezne a világ anyagi egységével, bár nyilvánvaló, hogy az anti-atomokból felépült égitestekről sem mondhatnánk el, hogy ugyanolyan anyagból állanak, mint a Föld.

A világ anyagi egysége nem követeli meg semmiféle konkrét fizikai állapotnak vagy kémiai összetételnek azonosságát az egész világ-mindenségben. A világ anyagi egysége valójában azt jelenti, hogy minden, ami létezik, anyagi természetű. Az egyedül létező anyagi világon kívül vagy fölött nincs valamilyen másfajta, szellemi világ. Ismeretes, hogy régebben sok problémát okozott annak meghatározása, hogy mi az anyag. Az anyag meghatározása mindig az anyagról szerzett hiányos ismereteken alapult és az anyag egyik-másik tulajdonságát pl. a tömeget tették meg mindenféle anyag kritériumának. Ami nem rendelkezett ezekkel a tulajdonságokkal, azt kirekesztették az anyagi világból. A marxista filozófia adta meg az anyag fogalmának kielégítő és tudományos meghatározását. A legpontosabb lenini megfogalmazás szerint az anyag egyetlen ismérve, hogy az ember tudatán kívül és attól függetlenül létezik, érzékszerveinkre hat és tudatunkban visszatükröződik.

Az idealisták sokszor felhozzák a lenini anyagfogalom ellen, hogy ha az anyag a gyűjtőneve mindannak, ami létezik, akkor csupán szóhasználat kérdése, hogy idealisták vagy materialisták vagyunk. Az objektív idealista irányzat ugyanis megengedhetőnek tartja, hogy az ember tudatán kívül és attól függetlenül létezzenek szellemi lények. Ez az érvelés természetesen nem állja meg a helyét, mert elsikkasztja a lenini meghatározás másik fontos részét, mely szerint az anyag érzékszerveinkre hat és tudatunkban visszatükröződik. A megfogalmazásnak ez a második része voltaképpen az anyagi világnak a tudomány által való megismerhetőségét és az anyagi világ belső összefüggéseinek, vagyis törvényeinek tudatunkban való tükröződését jelenti. A világ anyagisága, anyagi egysége tehát azt jelenti, hogy minden, ami létezik, közvetve vagy közvetlenül eljuthat megismerésünk küszöbéig, az anyagi világ jelenségeinek összefüggése, kölcsönhatása alapján hírt adhat magáról. Az idealizmus szellemi lényeknek éppen azért nincs helyük a világban, mert ilyenek feltételezése nélkül is meg lehet magyarázni az anyagi világ törvényeit. A csillagászat nemcsak a newtoni mechanikával és nemcsak a színeképelemzéssel, hanem minden eredményével bizonyítja a világ anyagi egységét, nagy világmindenség minden jelenségét, beleértve a csillagok és más égitestek keletkezését is, meg tudja magyarázni a természet törvényei alapján.

Az újabbkori csillagászat egyik jellemző vonása, hogy részlet-eredmények mellett összefoglaló képet igyekszik nyújtani a világ-

mindenség szerkezetéről és a világmindenség anyagáról. Ezen kísérletek során gyakran félreértést okozott, hogy az anyag filozófiai fogalma még nem hatotta át a szaktudományokat. Ennek következtében olykor vagy nem anyagi jelenségeket is véltek felfedezni a világmindenségben, vagy pedig valamilyen végső építőköveket kerestek, amelyekből a világegyetem anyaga felépül.

A jelen század elején például a csillagászati világképet az jellemezte, hogy a világmindenség anyagán a csillagokat értették, beleszámítva természetesen az egyik csillag, a Nap bolygórendszerét is. A csillagok, amelyek között a newtoni vonzóerő hat, jelentették az anyagot a világegyetemben.

A csillagok atomokból épültek fel, tehát végső fokon az atomok jelentették a világmindenség anyagát. Tekintettel arra, hogy a csillagok átmérője sok nagyságrenddel kisebb, mint a csillagok egymástól való távolsága, ez a világkép úgy mutatta, hogy a világmindenség ijesztően üres, az anyag csak egy kis részét tölti ki a mérhetetlen űrnek. Az anyagnak felismert égitestek mellett a csillagászatban nagy szerepet játszottak a különféle sugárzások is, hiszen a Földre hulló meteoritoktól eltekintve az égitestekről az általuk kibocsátott vagy visszavert sugárzások irányának, erősségének és összetételének vizsgálata útján szerezhettünk tudomást. A fizika tanúsága szerint a sugárzást az anyag atomjai bocsátották ki és más atomok nyelték el. Magát a sugárzást azonban nem tekintették anyagnak. Úgy képzelték tehát, hogy az anyagból álló égitestek közötti teret az anyagtalan sugárzás tölti ki.

A fizikai kutatásokból ismeretessé vált az is, hogy a sugárzásban energia terjed. A sugárzást kibocsátó test energiát ad le, a sugárzást elnyelő test pedig energiát vesz fel. A Nap sugárzása például óriási energiamennyiséget szállít a Föld felületére. A sugárzás tehát nem más, mint az energia egyik fajtája. A világmindenség drámája főszereplőinek ezért az anyagot és az energiát tekintették. A két főszereplő viselkedését az anyag megmaradásának törvénye és az energia megmaradásának elve szabályozta.

A relativitáselmélet azután új megvilágításba helyezte az anyag és energia viszonyát. Einstein felismerte a tömeg és energia arányosságát. Úgy gondolták, hogy az $E = mc^2$ összefüggésnek megfelelően a tömeg átalakulhat energiává és viszont. A testek tömegük rovására sugároznak, az energiakibocsátás tömegvesztéssel jár. A Nap például sugárzása folytán minden nap 4,5 millió tonnát veszít tömegéből. Minthogy pedig a fizikusok és csillagászok anyagnak azt tekintették, aminek tömege van, az anyag és energia kölcsönös egymásba alakulásáról beszéltek. Az anyag megmaradásának és az energia megmaradásának elve egyetlen alapvető törvénnyé, az energiátétellé olvadt össze. A tömeg és energia arányosságát tehát végeredményben úgy értelmezték,

ték, hogy az anyag átalakulhat anyagtalan energiává. Jeans például úgy látta a világmindenség történetének fő irányát, hogy az égitestek anyaga fokozatosan sugárzássá, vagyis energiává alakul át.

A fizikusok már régebben rájöttek, hogy a tömeg nem minden természeti folyamatra jellemző. Ostwald is rámutatott már arra, hogy a tömeg megmaradásának elve (amit akkor az anyag megmaradásának elvével azonosítottak) mellett ugyanilyen fontosak más megmaradási tételek is, mint pl. a mozgásmennyiség, az impulzusnyomaték vagy az elektromos töltés megmaradása. Ostwald szerint az energia általánosabb fogalom, mint a tömeg („anyag”), mert az energia kivétel nélkül minden természeti folyamatban szerepet játszik. Ostwald az energiában látta a világ lényegét és az energia alapján még a tudat jelenségeit is megmagyarázhatóknak vélte.

A relativitáselméletnek az a felismerése, hogy minden tömeg bizonyos energiával egyenértékű és viszont, egyes fizikusok és csillagászok előtt igazolni látszott Ostwald energetizmusát. Arról beszéltek, hogy az anyag az energia különös formája, az anyag nem más, mint koncentrált, palackozott energia. Ha pedig minden létező alapja valami nem anyagi, az energia, akkor ezen elgondoláson keresztül egyenes út vezet az idealista felfogáshoz, hogy a világ lényege nem az anyag, hanem a szellem, a gondolat.

A materialista filozófia tudományos anyagfogalma alapján nem lehet kétséges, hogy a sugárzó energia is anyag, hiszen valaminek az anyagi voltát nem az dönti el, hogy mérleggel mérhető-e, hanem hogy az ember tudatán kívül és attól függetlenül létezik-e, részese-e a jelenségek általános összefüggésének és kölcsönhatásának. Ha így tesszük fel a kérdést, a fizikus is elismeri, hogy az energia anyagi jellegű. Első pillanatra úgy látszik tehát, hogy ez inkább nyelvészeti, mint elvi kérdés. A filozófus számára az anyag a legáltalánosabb fogalom, a fizikus beszédhasználatában pedig megrögződött, hogy csak a nyugalmi tömeggel rendelkező dolgokat nevezi anyagnak. Nem kell mást tenni, mint lefordítani a fizika sajátos szakkifejezéseit a filozófia nyelvére és az ellentmondás megszűnik. A szakkönyvekben legtöbbször nincs is másról szó. Az anyag és energia szembeállításában azonban lényegében mégsem szóhasználat kérdése. A filozófia éppen azért használja minden létező megjelölésére mint legáltalánosabb fogalmat az anyag kifejezést, mert a filozófia és a tudományok története tanúsága szerint az anyag jelentette mindig a létet, a természetet, amivel csak a szellemet, a tudatot lehet szembeállítani. A hiányos természettudományos ismeretek következménye volt csupán az az elképzelés, hogy ennek a követelménynek csak a tömeg tesz eleget. Az újabban megismert fizikai jelenségeket az idealista felfogású fizikusok nem azért rekesztik ki az anyagi világból, hogy szakmai különbséget tegyenek bizonyos fizikai jelenségek

között, hanem hogy a világ filozófiai értelemben vett nem anyagi természetét valószínűsítsék.

A tudomány fejlődése, a fizika és csillagászat újabb eredményei azonban a szaktudományok szempontjából is túlhaladták azt az elképzelést, hogy a világ élesen kettéosztható anyagra és energiára, vagy más fogalmazásban tömegre és energiára és arról volna szó, hogy a tömeg energiává, az energia pedig tömeggé alakul át.

Az újabb eredmények alapján a világmindenség legnagyobb összefüggő anyagi rendszereinek nem a csillagok tekinthetők, hanem a csillagok rendszerei: a tejútrendszerek vagy extragalaxisok. Legújabban pedig felfedezték, hogy maguk az extragalaxisok is még nagyobb rendszereket alkotnak. A mi csillagrendszerünk például, amelynek a Nap is tagja, mintegy 20 000 extragalaxissal alkot egy hatalmas rendszert. A csillagok és csillagrendszerek közti teret igen kis sűrűségű por és gázanyag tölti ki. A csillagokba, csillagrendszerekbe tömörült és a köztük levő térben található szétszórt anyagra jellemző a tömeg, az általános tömegvonzás törvénye. Ezen anyag építőköveit illetőleg az újabbkori fizika a protonok és elektronokon kívül más elemi részecskéket is felfedezett. Manapság már több mint 30 elemi részecskét tartanak számon a fizikusok. A nyugalmi tömeggel rendelkező elemi részecskéket mai szóhasználattal korpuszkuláknak vagy anyagi részecskéknak nevezik.

Felfedezték azonban, hogy a sugárzó energia is bizonyos természetű részecskékből, fotonokból áll. A fotonok minőségileg más természetűek, mint a korpuszkulák, mert a fotonoknak nincs nyugalmi tömegük, a fotonok csak a fénysebességgel mozogva létezhetnek. Ugyanakkor azonban nincs elvi, áthidalhatatlan szakadék korpuszkulák és fotonok között, mert számos közös vonással rendelkeznek. Így pl. mind a korpuszkulákra, mind a fotonokra jellemző, hogy kettős természetűek, egyaránt mutatják mind a részecske, mind a hullám természetet. A fotonok is mutatnak tömegjellegű sajátságokat, a fotonoknak is van impulzusuk, vagyis „mozgó tömegük”, mely a sugárzás rezgésszámától függ. Fotonok és korpuszkulák kölcsönösen egymásba alakulhatnak. Ilyen átalakulások során azonban nem a tömeg változik át energiává, mert az energia és a tömeg jellemzői mind a korpuszkuláknak, mind a fotonoknak. Az energiatétel, az impulzus (mozgásmennyiség) megmaradásának tétele, az elektromos töltés megmaradása egyaránt érvényes a korpuszkulákra és a fotonokra is. Tömeg és energia egymásba alakulásáról tehát azért nem beszélhetünk, mert sem a tömeg, sem az energia nem jelent valamilyen önálló létezőt, vagy ahogy ezt a filozófusok nevezik: szubsztanciát. Egyetlen szubsztancia van, mely alapja a világ minden jelenségének; a mozgó anyag. A tömeg is, az energia is a mozgó anyag egy-egy tulajdonsága. A tömeg a tehetetlenségi és

gravitációs kapcsolatoknak, az energia pedig a mozgásnak, a munkavégző képességnek a fizikai mértéke. Minden tömegnek megfelel a maga energiája és minden energiához egy megfelelő tömeg tartozik. Pontosabb fogalmazásban nem az energia a „kvantumozott szerkezetű”, hanem a kvantumoknak, a fotonoknak, a mozgó anyag különleges alakjának legszembeszökőbb tulajdonsága az energia. De a fotonoknak van más tulajdonságuk is, pl. a tömegjellegű impulzus.

Nem filozófiai okoskodás tehát, amikor a fotonokat is anyagnak nevezzük. Ennek fizikai alapja is van: a fotonokat és a korpuszkulákat összekapcsoló közös fizikai törvények. A világ anyagi egysége azt jelenti, hogy mindenben, ami a világon létezik, van valami közös, valami összekötő kapocs, amit úgy szoktunk kifejezni, hogy a természet törvényei. A világ anyagi egysége azonban egyáltalában nem jelenti, hogy a közös vonások mellett lényeges különbségek ne lennének az anyag különféle formái között. Nem írhatjuk elő, hogy az anyag csak fotonokból vagy csak korpuszkulákból állhat.

Felmerülhet a kérdés, hogy a fizika és a csillagászat eredményei alapján tehetünk-e egyáltalában valamilyen általános kijelentéseket a világmindenség anyagára nézve. A konkrét tudományos vizsgálat tárgya ugyanis mindig csak a világmindenségnek valamely meghatározott része lehet. Vizsgálhatjuk a Naprendszert, a Tejútrendszert, az extragalaxisokat és tanulmányozhatjuk, hogy az anyag milyen formákat ölt ezen rendszerekben belül. Elhamarkodott és indokolatlan állítás volna ezért, ha az anyagnak a világmindenség egy bizonyos részében megismert tulajdonságait kötelezően ki akarnánk terjeszteni az egész világmindenségre. A csillagászatban a világmindenség fogalmát gyakran azonosítjuk a világmindenség eddig megismert részével. Ilyen értelemben beszélhetünk a világmindenség szerkezetéről, kémiai homogenitásáról, a világmindenség tágulásáról és így tovább. A világmindenség fogalmának ilyen értelmű leszűkítése bizonyos értelemben jogosult, mert gyakorlatilag mindig az jelenti az ember számára a világmindenséget, amit eddig a világból megismertünk. Amikor azonban olyan kísérletek történnek, hogy az anyagi világnak a világmindenség eddig tanulmányozott részében megismert formáit általánosítani próbálják az egész világmindenségre, a tudomány területéről a spekulációk homályába vezet az út. Ugyanilyen meddő próbálkozás az is, ha a világmindenség történetének eddig megismert eseménysorozatát a múlt és jövő irányában kiterjesztve az egész anyagi világ fejlődése lefolyásaként állítják be. Az ilyen meg nem engedhető általánosítás következménye például a világ térbeli vagy időbeli végességét kimutatni próbáló törekvések. Az anyagi világ végtelenségével ugyanis sommiképpen sem állana ellentétben, ha a tudomány megállapítaná, hogy az anyag bizonyos meghatározott megjelenési formái a térben végesek vagy

az események bizonyos típusú egymásutánjának az időben kezdete és vége van. A helytelen csak az, ha az anyagnak ezeket a konkrét és szükségképpen véges és mulandó megjelenési formáit magával az anyagi világgal azonosítják. Az anyagi világ végtelensége azt jelenti, hogy az anyagnak sem létében, sem változásában nincsenek semmiféle korlátai. Az öröktől fogva létező és örökké mozgó anyag végtelen sok formát ölthet. Semmi sem valószínűsíti azt a primitív elképzelést, hogy a végtelen világmindenség nem állana másból, mint ugyanazon formák különböző méretekből való ismétléséből, ugyanazon dolgok végtelen egymás mellé halmozásából, azonos típusú események egymást váltakozásából az idők végtelenségéig. A tudomány fejlődése már eddig is megmutatta, hogy a valóság ennél sokkal sokrétebb. Volt idő ugyanis a csillagászat történetében, amikor a Tejútrendszer jelentette gyakorlatilag az ember számára a világegyetemet. Úgy látszott, hogy a világ nem áll másból, mint csillagokból. Végtelen sok a csillag a végtelen világmindenségben. A jelen század kutatásai azonban kimutatták, hogy a körülöttünk levő csillagok csak egy meghatározott térrészt töltenek ki, majd más csillagrendszerek következnek. A világ tehát nem bizonyult ugyanazon dolgok (csillagok) végtelen egymásutánjának. De éppen úgy nem tételezhetjük fel, hogy a csillagrendszerek követnék egymást a végtelenségig. Az ember emellett az atomok világában az anyag egy más megjelenési formáját ismerte meg, mint ami az égítetekre jellemző. Az atomokat felépítő részecskéknél sem tulajdonságai, sem mozgása nem kicsinyített mása az égíteteknek. A fotonok ismét más megjelenési formái az anyagnak, mint a korpuszculák. Többféle megjelenési formáját ismertük meg tehát már eddig is az anyagnak. Az anyagnak azonban minden eddig megismert formája, legyen az csillag, atom, korpuszkula vagy foton, csak egyike az anyag kimeríthetetlenül sokféle formájának.

Nyilvánvaló ezért, hogy nem beszélhetünk az egész világmindenség anyagának építőköiről. Kérdezhetjük, hogy miből áll egy tejútrendszer, miből áll egy csillag, egy molekula, egy atom vagy akár egy elemi részecske. Ez utóbbi esetben a szerkezet nem szükségképpen azt jelenti, hogy hozzá hasonló még kisebb részekből épül fel. Amint az atom nem parányi csillag, az elektron nem még kisebb atom, arra a kérdésre, hogy miből áll egy elemi részecske, nem azt a feleletet várjuk, hogy milyen hozzá hasonló kisebb alkotórészekből áll, hanem a szerkezet esetleg eddig még ismeretlen, újszerű tulajdonságokban nyilvánulhat meg. A valóság egy meghatározott részletének szerkezetét kutatva sem juthatunk el azonban soha valamilyen végső alkatrészhez, mert minden, ami létezik, annak minősége éppen a más dolgokkal való összefüggésben és bonyolult kölcsönhatásban nyilvánul meg. Szemléletesen fejezi ezt ki Leninnek az a megjegyzése, hogy az elektron éppen

olyan kimeríthetetlen, mint a világegyetem. Még kevésbé sikerülhet az anyag összes lehetséges végtelen sok formáját valamilyen egyféle „végső” alkotóelemre visszavezetni. Éppen ezért a világmindenség történetének is igen egyoldalú felfogása volna az a feltevés, hogy a világmindenségben másfajta események nem mehetnek végbe, mint atomok, csillagok, csillagrendszerek keletkezése. Nyilván az ilyen típusú események is csak egyes lehetséges esetei az anyag kimeríthetetlen változásának. Arra a feltevésre sincsen okunk, hogy az egész világmindenség anyaga egy időben menne át azon az állapoton, amire nagy vonásokban a csillagrendszerek jellemzők.

Mindezekre figyelemmel a szaktudományok alapján nem tehetünk valamilyen általános érvényű kijelentést az egész világmindenség anyagára nézve.

Az örökké mozgó anyag minden konkrét állapota és formája véges és mulandó. A természettudomány pedig mindig csak az anyag térbelileg és történelmileg meghatározott véges formáit kutathatja. A világ anyagi egysége következtében azonban az anyag minden véges és mulandó formájának vannak bizonyos közös vonásai. Az anyag ezen legalaposabb sajátosságát a filozófia tárja fel az összes szaktudományok eredményeinek általánosítása útján.

Amíg tehát az egyes szaktudományok hatáskörét meghaladja, hogy az anyagi világ legáltalánosabb sajátosságait kutassák, addig a materialista filozófia a valóság legáltalánosabb, egyetemes törvényszerűségeit nem a szaktudományok eredményeitől elvonatkoztatva, hanem éppen ezek általánosítása révén ismeri fel. A szaktudományok egy-egy fontos eredménye sok esetben koronatanú a filozófiai viták eldöntésénél. Egyik ilyen filozófiai szempontból is döntő fontosságú fizikai törvény például az energiatétel, mely szerint az anyagnak sem a korpuszkuláris, sem a fotonokban megnyilvánuló formája nem jöhet létre a semmiből és nem semmisíthető meg. Az összes szaktudományok ehhez hasonló eredményeiből a materialista filozófiának a világmindenség anyagára vonatkozó főbb megállapítását nagy vonásokban az alábbiakban vázolhatjuk.

A világmindenség lényege az örökké mozgó anyag, mely az ember tudatától és mindenféle tudattól függetlenül létezik. Az anyag sohasem keletkezett, sohasem jött létre a semmiből. Anyag és mozgás egymástól elválaszthatatlanok, sem anyag mozgás nélkül, sem mozgás anyag nélkül nincs a világmindenségben. A mozgó anyag létformája a tér és idő. Téren vagy időn kívüli dolgok nincsenek a világmindenségben. Az ember tudatától független létezés, a térben és időben való örökös mozgás, mely minden változással egyértelmű, ez jelenti az anyagiséget, mely a természet minden jelenségének közös sajátja.

A világ anyagi egysége abban is megnyilvánul, hogy az örökké mozgó anyag egy-egy történelmileg meghatározott formájához tartozó jelenségek a minden anyagra jellemző közös vonások mellett az anyagnak ezen formájára jellemző sajátos közös vonással is rendelkeznek.

A tudomány számára ezért mindig nagy jelentőségű, ha az általa tanulmányozott sokféle jelenség között megtalálja, ami mindezekben közös. Ilyen nagy jelentőségű felfedezés volt például, hogy a különféle kémiai elemek atomjai néhány kevésszámú azonos alkotórészből épülnek fel, vagy hogy a különféle sugárzások, fény, a hő, a rádióhullámok stb. mind elektromágneses hullámok, melyek csak a hullámhosszban különböznek egymástól. Az ilyenféle összefüggések felfedezése nagymértékben elősegíti a természet törvényeinek megismerését és egyben egy-egy adalék a világ anyagi egysége számára. Nem lehet azonban előírni, hogy az egész világ anyagi egysége milyen konkrét összefüggéseken keresztül nyilvánuljon meg. Pl. hogy minden, ami létezik, korpuszkulahullám kettős természetet kell hogy mutasson. Így bár a modern fizika és csillagászat szempontjából igen nagy jelentőségű Heisenbergnek az a kísérlete, hogy megtalálja az elemi részecskék és a fotonokból álló erőterek egységes leírását, mégsem fogadható el Heisenbergnek az a nézete, hogy a részecskék, erőterek, valamint ezek kölcsönhatását kifejező matematikai összefüggés a végső alapja lenne az egész világnak. Matematikai összefüggés egyrészt nemcsak hogy nem a világnak, de semmilyen anyagi jelenségnek sem lehet az alapja, mert a matematikai összefüggés mindig csak tükrözi az anyagi világban meglevő összefüggéseket. Hogy pedig helyes vagy hamis tükrözés esete forog-e fenn, azt egyedül a kísérlet, a tapasztalat döntheti el. Éppen erre a kísérleti igazolásra vár még Heisenberg új elmélete. Másrészt, ha Heisenberg valóban megtalálja a részecskék és erőterek közös törvényét, ez újabb adalék lesz a világ anyagi egysége mellett, de nem mondhatjuk, hogy az anyagnak az a formája, melyet Heisenberg egyenlete tükröz, érvényes volna az egész világra.

A mai csillagászat igen nagy eredménye, hogy már nemcsak az égitestek mozgását, hanem magukat az égitesteket, a világmindenség anyagát vizsgálja. Az egyre tökéletesedő műszerek és kutatási eljárások egyre nagyobb részt hódítanak meg a világmindenségből megismerésünk számára. A csillagászat eredményei igen gyümölcsözőek mind a gyakorlat, mind világtépünk fejlődése szempontjából. Nem szabad azonban elfelejteni, hogy a világmindenségnek a tudomány által eddig megismert része még nem jelenti az egész világot, és a tudománynak az anyagi világ egy bizonyos részére érvényes megállapításai nem terjeszthetők ki az egész világra.

DR. BARTA GYÖRGY:

AZ ÉGITESTEK MÁGNESSÉGE

Régen ismeretes tény, hogy Földünknek mágneses tere van. Ha egy mágnesrudat úgy függesztünk fel, hogy minden irányba szabadon elfordulhasson, akkor az hossztengelyével mindig ugyanabba az irányba mutat. Az emberiség a Föld mágneses terének ezt az irányító hatását ismerte fel először és alkalmazta gyakorlatilag. A mágnesestűnek ez az iránytartó tulajdonsága különösen a tengereken, illetve lakatlan siva-

tagokon fontos, ahol állandó tereppontok nem könnyítik meg a tájékozódást. A középkor végének és az újkor elejének nagy felfedező utazásait el sem képzelhetjük az iránytű ismerete és felhasználása nélkül. Ezeknek az utazásoknak nagy eredményein keresztül egész műveltségünkre döntő hatással volt az iránytű.

Az iránytű felfedezésének sem az időpontját, sem a helyét nem ismerjük. A régi kínai bambusz-évkönyvek szerint Hoang Ti császár i. e. mintegy 2600 évvel fedezte fel. Ez az időadat azonban bizonytalan. Annyi bizonyos, hogy i. e. 200-ban a kínaiak irányzás céljából kocsira szerelt mágnesestűket már használtak (44. ábra).

A mágnesestű iránytartó tulajdonságát tehát az emberiség felhasználta anélkül,

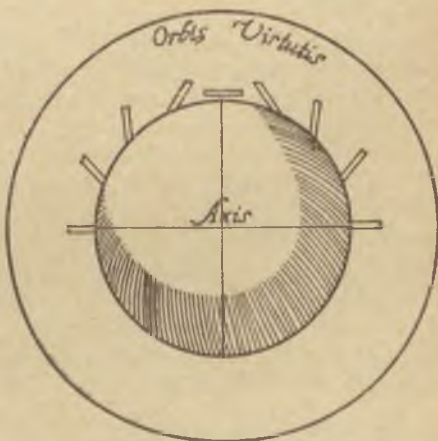


44. ábra. Kocsira szerelt dél felé mutató kínai figura

hogy az erőter szerkezetéről és okáról csak sejtése is lett volna. Természetes, hogy az iránytű rejtélyes tulajdonsága felkeltette az emberek érdeklődését, de kielégítő természettudományos alap nélkül ez az érdeklődés különös babonák szülőanyja lett. Így *Ptolemaiosz* nyomán terjedt el az az ismert régi hiedelem, hogy a Föld különböző helyein mágneshegyek vannak, ezek hajókat magukhoz vonzanak, vasszögeiket kihúzzák és így elpusztítják. A XVI. században terjedt el *Matthiolus* olasz orvos leírása nyomán a mese Mohamed lebegő koporsójáról. Plinius szerint a gyémánt a mágnes mágneses tulajdonságait megszünteti. A középkori hajókon tilos volt a fokhagymaevés, mert a fokhagyma szintén demagnetizálja a mágneseket (ez az utóbbi balhiedelem Plinius szövegének fordítási hibáján alapul). Sokáig lehetne sorolni a mágnesművel kapcsolatos tévhiteket és babonákat, ezek azonban csak azt igazolják, hogy az embereket a rejtélyes viselkedésű tű nagyon érdekelte, de az észlelt jelenségek természet-tudományos magyarázatát adni nem tudták.

A sok homály és félreértés ellenére *William Gilbert: De Magnete...* című, Londonban 1600-ban megjelent alapvető művében már tudja, hogy az inklináció a földrajzi szélességgel változik és reméli, hogy a hajósok az inklináció segítségével a földrajzi szélességet felhős ég mellett is meg tudják majd határozni. Gilbert műve az első szabatos természet-tudományos okfejtésre felépített munka. Ebben jelentkezik először a mágnesség, mint egy égitestnek jellemző erőtere. Gilbert már ismerte a Földet először körülhajózó nagy felfedező utazások sok mágneses mérési eredményét és ezért tudta a földgömböt mint egy egészet kezelni és szemlélni. Ezért volt képes a mágneses csillagok és hegyek gondolatát elvetve megalkotni a Föld mágneses terének első nagyvonalú és ma is érvényes elképzelését, hogy az egész Föld egy nagy mágnes. Érdekes megjegyezni, hogy Gilbert művében a mágnes vonzási tartományáról ír akkor, amikor elektromos, mágneses és gravitációs erőterről még semmiféle elképzelés nem volt.

Gilbert erre a felfogásra a Föld különböző pontjain végzett mágneses iránymérések szintézise alapján jutott (45. ábra). Nem volt és nem is



45. ábra. A Föld, mint gömb alakú mágnes, Gilbert szerint

lehetett elképzelése azonban az erőter okára vonatkozólag. Az aránylag nagy múltú mágneses irányméréssel szemben az erőter nagyságáról hosszú ideig nem voltak ismereteink. Ennek az az oka, hogy a szög-mérés technikailag egyszerűbb és kevesebb elméleti előkészítést kíván, mint a térerősség-mérés. Az első relatív térerősség-mérést *Georg Graham* végezte. Az abszolút mágneses térerősség meghatározásának elméletét *Gauss* állította fel és bebizonyította, hogy a mágneses térerősség mérése visszavezethető a hosszúság, a tömeg és az idő alapmennyiségek mérésére.

A Gauss után következő évszázadban a Föld mágneses terének szerkezetét már igen jól megismertük. A Föld lakatlan, kulturálatlan területeit, a sarkvidékeket, sivatagokat, őserdőket és óceánokat az expedíciók számai járták be és sok tízezer méréssel egészítették ki ismereteinket. Az erőter okára vonatkozólag azonban még mindig nem alakult ki egyértelmű felfogás.

A Föld mágneses tere meglehetősen erős. Mesterségesen úgy állíthatnánk elő, ha a Föld minden m^3 -nyi anyagát helyettesítenénk a földmágnesség irányába mágnesezett 4 kg súlyú acélmágnessel. Mérésekkel meghatározták ennek a mágneses térnek a szerkezetét és azt találták, hogy a hatás székhelye a Föld belsejében van. Ennél azonban alig tudunk többet. Az összes eddig felállított elméletek súlyos ellentmondásokhoz vezetnek. Ezek az ellentmondások valószínűleg abból származnak, hogy nem ismerjük kielégítő pontossággal a Föld mélyének a szerkezetét és nem tudjuk, hogy az ott fellépő nagy nyomás és magas hőmérséklet hatására hogyan változnak meg az anyagok fizikai tulajdonságai.

A homogénnek feltételezett Föld majdnem vassűrűségű. Könnyen felmerülhet ezért az a gondolat, hogy a feltételezhető vastömeg mágnesezettsége a földmágnesség oka. Az elgondolás cáfolata nagyon egyszerű. A ferromágneses anyagok a curie-pontnál magasabb hőmérsékleten elvesztik ferromágneses tulajdonságaikat (az acél 780°C -on, a magnetit 580°C -on, a nikkel 350°C -on) és paramágnesesek lesznek. A Föld belsejének hőmérséklete 33 méterenként 1°C -kal emelkedik. Ez a számadat a Föld különböző pontjaiban nagyjából azonos és a felszíni rétegekben kisebb mélységekig állandónak vehető. Könnyű belőle kiszámítani, hogy 20–30 km mélységben a földkéreg anyaga a curie-pontnál már magasabb hőmérsékletű, tehát ferromágneses tulajdonságait elveszti. A más alapfeltevésből kiinduló (pl. elektromos áramokat feltételező) elméletek is hasonlóan súlyos ellentmondásokra vezetnek.

A csillagászati és mágneses tengelyek közel megegyező iránya (hajlásszögük jelenleg kb. $11,5^\circ$) arra enged következtetni, hogy a földmágneses tér és a Föld forgása között valamilyen kapcsolat áll

fenn. Alátámasztotta ezt a feltevést, hogy a Nap-mágnességre vonatkozó első mérések is azt mutatták, hogy a Nap is a forgástengelye irányában mágnesezett.

A forgási elméletek közös nagy nehézsége azonban az, hogy a mágneses tér nem teljesen forgásszimmetrikus, hanem a Föld mágneses centruma a geometriai középponttól mintegy 340 km-re fekszik. Ez a távolságmérési eredményekből számított adat, az excentricitás létezése kétségtelen és túlságosan nagy ahhoz, hogy egyszerűen napirendre térhetnénk felette. Az excentricitás a Föld homogén gömbhéj felépítési elméleteivel is ellentétben áll és más (szeizmikus) mérések eredményei közelítőleg sem mutatnak hasonló excentricitást a földmag felszínén. Az excentricitást tehát a földmag belsejében kell keresni.

Hasonlóképpen súlyos nehézséget okoz az a felismerés, hogy a mágneses középpontnak a helye és a Föld mágneses tengelyének az iránya nem állandó. Ismeretes, hogy ha ugyanazon a helyen hosszú ideig mérjük a Föld mágneses terét meghatározó elemeket, akkor azoknak lassú, egy irányú változását tapasztaljuk. A leghosszabb és legteljesebb ilyen méréssorozat London helyére vonatkozik. Ebből a sorozatból arra következtethetünk, hogy a jelenség periódusa mintegy 500 év. Hasonló periódusidőt kaphatunk, ha a régi időkbeli származó mágneses térképek alapján meghatározzuk a Föld mágneses sarkainak a vándorlását. A Föld felületének az a pontja, ahol a mágnesű a mágneses tengelyével függőlegesen áll be, az inklinációs pólus. Ez a pólus az északi féltekén 1550-től 1950-ig közelítőleg egy háromnegyed kört írt le (46. ábra). Ha ebből a pólusmozgásból és a mágneses térerősség megváltozásából kiszámítjuk a mágneses elemek változását, akkor elég jól megkapjuk a Londonban valóban mért változást. Az a tény, hogy a geometriai és mágneses középpontok, valamint a forgási és mágneses tengelyek egymáshoz képest helyzetüket változtatják, arra mutat, hogy az összefüggések az egyszerű földforgásra alapított elméleteknél sokkal szövevényesebbek.

Jóval egyértelműbbek a földmágneses tér rövid periódusú változásainak összefüggései a kozmikus jelenségekkel. A mágneses tér csaknem minden rövid periódusú változása, annak amplitúdója vagy fellépési gyakorisága összefüggésbe hozható a naptevékenységgel. Így szoros korreláció mutatható ki a napfolt-relatívszám és a napi menetek amplitúdója, valamint a háborgások gyakorisága között. Hasonlóképpen szoros az összefüggés a sarki fény feltűnése és a mágneses háborgások között.

A jelenségek összefüggését könnyen megérthetjük az utóbbi évtizedekben kialakult atmoszféra-kép figyelembevételével. A Nap a 11 éves napfolt-periódusnak megfelelően több vagy kevesebb hullám

és korpuszkuális természetű sugarat bocsát ki magából. A Nap ultraibolya sugarai ionizálják, vagyis elektromosan vezetővé teszik a magaslégkört. Ez a vezetőréteg a felmelegedés és az ár-apályhatások miatt mozog a Föld mágneses terében és benne elektromos áram indukálódik,



46. ábra. A mágneses sarok (centrikus dipólus középpontja) és az északi elméleti inklinációs pólus vándorlása 1550-től napjainkig

amelynek mágneses hatását észleljük a Föld felszínén. Ez a mágneses elemek szabályos napi hullámzásának az oka. Napfoltmaximumkor a Nap több ultraibolya sugarat bocsát ki magából, ezért megnő a magaslégkör ionizáltsági foka, vagyis vezetőképessége és ezzel megnő a benne folyó áram intenzitása, illetve a mágneses napi menet amplitudója.

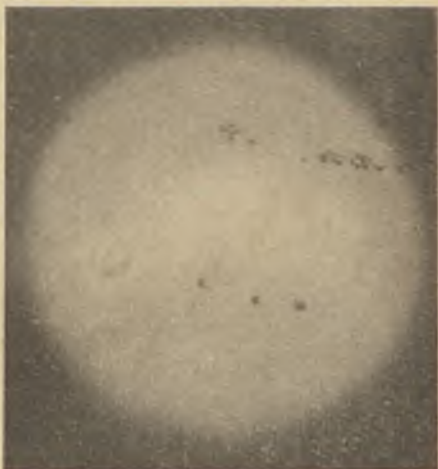
Napfolt-maximum idején azonban nemcsak a hullámtermészetű ultraibolya, hanem a korpuszkuális sugarak intenzitása is megnő. Ezek a sugarak belekerülnek a Föld mágneses terébe, és annak eltérítő hatása következtében a mágneses sarkok közelében az éjszakai oldalon jutnak légterünkbe. A beérkező korpuszkuális kinetikus energiája fénykibocsátásra gerjeszti a magaslégkör molekuláit. A keletkező fénytűnemény a sarki fény. A mozgó töltés végeredményben elektromos áram, és ennek mágneses hatása a mágneses háborgás. Az elmélet alapján most már világos, hogy a mágneses háborgás és a sarki fény miért jelentkezik mindig egy időben.

A földmágneses tér jelenségeiben észlelhető napaktivitás-periódusok alapján már régen sejtették, hogy a Napnak is van mágneses tere. Megerősítették ezeket a sejtéseket a napkorona sugarainak és a protuberanciák mozgásának az alakja. A mágneses tér kimutatása fizikai méréssel azonban csak 1913-ban G. Halle-nak sikerült. A Napból kiinduló sugarak színeképvonalai ugyanis Zeeman-felbomlást mutatnak.

Ezt a jelenséget használta fel G. Halle a napmágnesség meghatározására.

Ha fényforrást mágneses térbe helyezünk, akkor a fényforrás színeképvonalai általában három összetevőre bomlanak fel. Az egyik hullámhossza λ változatlan marad, a másik kettő $\pm \Delta\lambda$ -val megváltozik. A színeképvonal hullámhosszának ez a megváltozása egyenesen arányos a mágneses térerősséggel. A Nap esetében a kis térerősség miatt a vonalnak csak a szélesedését lehet tapasztalni. Az összetevők azonban különbözőképpen polarizáltak, és ezt a jelenséget fel lehet használni a mérés tökéletesítésére. Megfelelő polarizációs berendezéssel ugyanis az egyes összetevőket külön-külön kiolthatjuk és a mérést a másikon végezhetjük el.

A hatalmas tömegű megfigyelési anyag alapján sikerült kimutatni, hogy a Nap mágneses és forgási tengelyei kb. 6° -os szöget zárnak be egymással és a tér maximális erőssége 50 oersted. A Nap mágnes-



47. ábra. Napfoltok

ségével kapcsolatos első mérések és néhány csillag mágneses terének kimutatása arra utaltak, hogy általános érvényű jelenségről van szó. *M. S. Blackett* arra a következtetésre jutott, hogy a jelenség az anyagnak egy eddig még fel nem fedezett tulajdonsága és csak kozmikus méretű forgó anyagtömegekben lépi át a megfigyelhetőség határát. Szerinte minden forgó tömegnek forgási impulzusának megfelelő mágneses nyomatéka van.

Sajnos *G. Halle* méréseiben a mérendő vonaleltolódás 0,005 mm volt és ez az érték a kimutathatóság határértékének tekinthető és ezért a tér realitásával kapcsolatban kételyek merültek fel; annál is inkább, mert 1933—36-ban a mágneses teret maga Halle sem tudta újból kimutatni. Ezek után természetesen jelentőségét veszítette a mágneses tengelyirány megállapítása is. Újabban *Babcock* tökéletesebb mérési módszerrel végzett megfigyeléseket. Ezek a mérések arra vezettek, hogy a térerősség valószínűleg változó, erőssége napfolt-minimumkor 50 oersted, maximumkor csak néhány oersted, sőt néha az észlelhetőség alá süllyed. Egyes vélemények szerint az 1—2 oersted nagyságot sohasem haladja meg. Ezek után természetesen sem a Nap mágneses terének irányáról, sem az erősségéről határozott kijelentést tenni nem lehet. Tarthatatlanná vált továbbá Blackett felfogása is a forgó tömegek mágneses hatásáról.

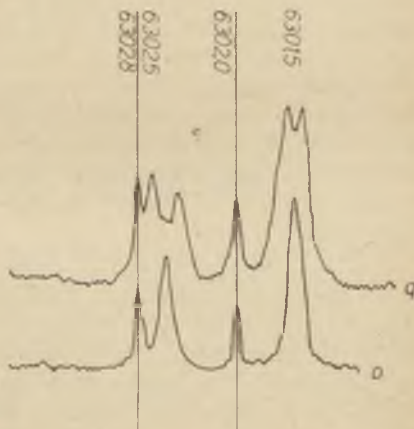
A Nap általános mágneses teréről tehát kevesebbet tudunk, mint azt egy évtizeddel ezelőtt gondoltuk. Sokkal többet tudunk azonban a napfelület egyik feltűnő jelenségének mágneses tulajdonságairól. (47. ábra.) A Nap felületének spektroszkópiai vizsgálata már régen kiderítette, hogy a nagy napfoltok színekpvonalai két szimmetrikus összetevőre bomlanak fel. A jelenség magyarázatát *G. Halle* adta meg 1908-ban. Szerinte a napfoltok belsejében erős mágneses tér van. A színekpvonalak felbomlásának az oka a mágneses tér által okozott Zeeman-effektus. Abból, hogy a vonalak kettős felbomlást mutatnak, longitudinális Zeeman-effektusra következtethetünk, tehát a napfoltok mágneses tere a folt középpontjában merőleges a Nap felületére (48. ábra).

A részletes további vizsgálatok kiderítették, hogy minden napfoltnak van mágneses tere. A tér erőssége kis foltok esetén a folt nagyságával arányosan nő, nagy foltok esetén azonban csaknem teljesen független a folt nagyságától (3—4 ezer oersted). A mágneses tér a penumbrában kívül gyorsan csökken. A penumbrától napfolt-átmérő távolságnyira a folt mágnességével ellenkező előjelűre változik. Ennek az ellenkező előjelű mágneses térnek az intenzitása a folt-tér teljes intenzitásának mintegy 5%-a. A teret 5—6 folt-átmérő távolságig sikerült követni.

A legtöbb folt-csoport bipoláris, tehát egyik fő foltja északi, a másik pedig déli mágnesezettségű. Egyes napfolt-ciklusokon belül minimumtól minimumig az előlmenő P foltok polaritása állandó és a hátulmenő F foltéval ellenkező. Ezenkívül a Nap északi és déli félgömbjén a foltok polaritásának ez a viszonya ellenkező, tehát ha a P foltok az északi féltéken pozitív mágnesezettségűek, akkor a délin negatívok, és megfordítva. Ettől a szabályszerűségtől a napfoltok csak igen ritkán térnek el. Az eltérő foltok kisebbek, rövidebb életűek, mint a szabályosak és egyéb rendellenességeket is mutatnak. Az egyes napfoltok polaritása napfolt-minimumkor változik az ellenkezőjére. Ez a jelenség egyértelműen jelzi az új napfolt-ciklus bekövetkezését. Egy mágneses ciklus tehát két 11 éves napfolt-periódust foglal magában.

A Nap légkörének külső része, az ívekből és sugarakból álló napkorona is jellegzetes 11 éves periódusú alakváltozást mutat. Napfolt-maximumkor a korona minden irányban sugarasan veszi körül a Napot. Napfolt-minimumkor a sugarak a Nap egyenlítője közelében erősebbek lesznek, a sarkok közelében teljesen eltűnnek. *Störmer* szerint a koronasugarakat a Napból kiinduló elektromos töltésű részecskék okozzák. Ezek a Nap mágneses terében sebességüktől és tömegüktől függő pályára kényszerülnek. Az elmélet szerint tehát a korona-jelenségek szoros kapcsolatban vannak a mágneses jelenségekkel és bizonyos mértékig a földi sarki fénnel rokon-jelenségek tekinthetők. Valóban a korona-sugarak erősen hasonlítanak egy mágnes erővonal-rendszeréhez.

Láttuk, hogy a Nap mágnességéről biztosan csak a Nap színekp-vonalainak Zeeman-felbontásából tudunk. Sajnos. Naprendszerünk bolygóinak mágnességéről hasonló módon nem nyerhetünk felvilágosítást, mert ezek nem önálló fényforrások, hanem csak a Nap visszavert fényében láthatók, visszavert fényben pedig Zeeman-effektus nincs. Bizonyos következtetéseket azonban itt is tudunk végezni. A Jupiter által kibocsátott elektromágneses hullámok polarizációjából 1957-ben



48. ábra. Napfolt spektrumában észlelhető Zeeman-effektus. a) A spektrum a foltból; b) A folt nélküli spektrumának Zeeman-effektusa. Jól látható a 6301,5 és a 6303,5 hullámhosszú sugarak kettős felbomlása (longitudinális-effektus). A 6302,0 és a 6302,8 vonalak földi eredetűek, felbomlást ezért nem mutatnak. H. von Klüber nyomán

arra következtettek, hogy az óriásbolygónak a Földnél kb. egy nagyságrenddel nagyobb mágneses tere van.

Amikor a Vénusz a Föld és a Nap közé kerül, akkor a Földön a mágneses aktivitás csökken. Ebből arra lehet következtetni, hogy a Vénusz mágneses tere a Nap korpuszkuláris sugárzását eltéríti a Földtől. A következtetést alátámasztja, hogy a Vénuszon sarki fényt is észleltek, ennek létrejöttéhez pedig mágneses tér szükséges.

Hasonló elgondolások alapján a mágneses aktivitás újhold körüli csökkenéséből a Hold mágneses terére is következtethetünk. Sajnos, a Holdon természetes légkör hiányában sarki fény nem keletkezhet, így ettől a támasztól elesünk. Éppen azért, mert a Hold mágnességéről sem Zeeman-effektus által, sem sarki fény megfigyelés által közvetlen tudomásunk nincs, rendkívül fontos a holdrakéták mágneses mérése, mert ez felvilágosítást adhatna egy a Földtől és Naptól eltérő sűrűségű, tömegű, forgássebességű, belső felépítésű és állapotú égitest mágnességéről. Ezért a sokféle nem kielégítő elmélet harcában a mérés eredménye döntő lehet.

A mesterséges holdakba olyan műszereket építenek, amelyek a teljes mágneses térerősséget mérik, mert a mesterséges holdak különböző forgómozgásokat is végeznek, saját mágneses terük (a beépített műszerek mágneseknek és a műszerekben folyó elektromos áramoknak mágneses tere) vektoriálisan hozzáadódik a földmágneses térhez. A nyert mérési eredmény ezért egy különös hullámalak. A hullám periódusa megegyezik a mesterséges hold forgómozgásának periódusával. Ennek a hullámalaknak grafikus kiegyenlítése után nyerjük a mesterséges hold földmágnességre vonatkozó mérési eredményeit. Ilyen módon sikerült pl. a III. szputnyik segítségével kimutatni az eurázsiai kontinens mágneses térre gyakorolt deformáló hatását. Sajnos, a Hold mellett ellőtt rakéták mágneses mérési eredményeit még nem ismerjük.

A Nap mágnességével kapcsolatos mérések felvetették a csillagok mágneses terének problémáját is. A csillagok szintén önálló fényforrások, tehát ha van mágneses terük, színképvonalaik Zeeman-effektust fognak mutatni. Valóban, elég régóta végeznek ilyen méréseket és eddig már igen sok csillag mágneses terét mutatták ki. A mérési sorozatokból érdekes csillagászati problémák adódtak. Néhány csillag mágneses tere több ezer oersted és ez a mágneses tér sok esetben periodikusan változik. Igen érdekes, hogy a mágneses tér változásával kapcsolatban sok esetben sikerült fényváltozást is kimutatni. Általában a nagy tengelyforgási sebességű csillagok mutatnak mágneses teret.

Bizonyos jelenségekből a világűr mágneses terére is következtethetünk, és egyes kutatók szerint ezek a hallatlanul gyenge, de óriási

kiterjedésű mágneses terek fontos szerepet játszhatnak a galaktikák kialakításában. Lehetséges, hogy ezek a terek — mint óriási ciklotronok — gyorsítják fel a kozmikus sugárreszcsekket olyan óriási energiájúvá, mint amilyeneknek észleljük azokat.

A csillagközi-tér mágneses tulajdonságairól ismereteink még inkább csak sejtés-jellegűek, de az elméleti tapogatódzásokból már most is jól lemérhetjük, hogy a világegyetemben valószínűleg létező mágneses tereknek a világegyetem szerkezeti felépítésében milyen hallatlanul fontos szerepet tulajdoníthatunk. Ennek a térnek hatásai a kozmikus fizika óriási területeit érintik és igen sok ma még titokzatos jelenség megoldását rejthetik magukban.



AZ R SZINKÉPOSZTÁLYÚ CSILLAGOKRÓL

A viszonylag igen ritka R típusú vörös színű csillagokról keveset tudunk. Spektrumukban a szén és cián sávok a legjellemzőbbek.

Jelen pillanatban egyedül a Mc. Cormick obszervatórium foglalkozik tanulmányozásukkal. Fotoelektromos úton 98 R típusú csillag színindexét határozták meg s azt találták, hogy az RO típusúak színindexe $+1.2$ s az érték állandó növekedése mellett az R8 típusúaknál már $+2.1$.

A megvizsgált objektumok kb. 20%-a (21 csillag)változó fényűnek mutatkozott. A Mc. Cormick intézmény egyik közleménye megállapítja, hogy az RO—R2 típusok abszolút (vizuális) fényessége átlagosan $+0.4$ m, míg az R5—R8 szinképosztályúaké -1.1 m.

SZIMÁN OSZKÁR:

A CSILLAGOK ENERGIATERMELESE

„A Nap fénye mintha csak elcsorogna ráömlik mindenre és ki még sem apad.”

Marcus Aurelius: *Vallomdások*. VIII. 57.

I. Bevezetés

A Nap és a csillagok világításának oka a legérdekesebb kérdések egyike, mely valaha is foglalkoztatta a gondolkodókat. A probléma egzakt felvetése nem nagyon régi, és csak az energiamegmaradás tételének pontos megfogalmazása óta (1842) vált kínzóvá.

A csillagok sugárzásának magyarázata a XX. század legnagyobb asztrofizikai felfedezése volt. A csillagok energiatermelő folyamatainak tisztázása ugyanakkor nagy segítséget nyújtott az atomenergia békés hasznosításán fáradozó technikai fizikusoknak is. Igen valószínű, hogy ha az emberiség energiagondjait valaha atomenergiával fogják megszüntetni, ez csak szabályozott magfúziós folyamatok révén lesz lehetséges. Ilyenek a természetben csak a csillagokban valósulnak meg. A magfúziós fizika gyors kifejlesztése nem kis mértékben annak volt köszönhető, hogy az ezen a téren dolgozó fizikusok számos megfontolást vehettek át az asztrofizikából.

A Nap sugárzásának okát Herschel a XVIII. század végén „nagy titoknak” nevezte. Pouillet első méréséig (1838) hiányoztak az adatok a Nap sugárzásának pontos energiatartalmáról. Ma számos mérés átlagából néhány ezrelék pontossággal tudjuk, hogy a Naphól a Föld átlagos távolságában levő minden cm^2 felületre 1,94 cal. esik percenként. Ez 1,8 lóerő négyzetméterenként. Az egész földgolyóra átszámítva 230 billió lóerő vagy $1,69 \cdot 10^{17}$ watt, mintegy tízszerese az emberiség energiaszükségletének. A Naphól a Földre jutó energia azonban csak parányi töredéke, 2,2 milliomod része a Nap összsugárzásának, amely $3,24 \cdot 10^{27}$ kwh évenként, illetve $3,72 \cdot 10^{33}$ erg. sec⁻¹. Ennek az óriási energiatermelésnek eredetét nem könnyű megmagyarázni.

Még hozzá igen valószínű, hogy az elmúlt 10⁹ évben a Nap energiatermelése nem különbözött lényegesen a mostanitól. Ennyi időre nyílnak ugyanis vissza az élet legősibb nyomai a Földön. Mivel az életjelenségek meglehetősen szűk hőmérsékleti tartományhoz vannak kötve, ezen

időn belül a Nap sugárzása csak keveset változhatott, hiszen a Nap állandó 1%-os megváltozása már a Föld átlagos hőmérsékletének $0,7^{\circ}\text{C}$ -kal való megváltozását vonja maga után.

II. Klasszikus elméletek

1. *Égési elmélet.* Kant volt az első, aki a Nap sugárzásának okát közvetlenül meg akarván magyarázni, a kémiai égéshőre gondolt. Azonban, ha feltételezzük, hogy a Nap minden grammja tízezer kalória égéshőt lenne képes leadni, ami annyit jelent, hogy a Nap fűtőértékét a kőolajjal vesszük azonosnak, a Nap $1,98 \cdot 10^{33}$ grammnyi tömege csupán 7 ezer évig fedezné a sugárzási energia veszteségét. Ebben az esetben tízezer billió tonna kőolajnak kellene elégnie másodpercenként, ha a világűrben egyáltalában volna az égéshez oxigén.

Ha feltételezzük, hogy a Nap jelenlegi sugárzása hárommilliárd éve tart, ezen idő alatt a Nap tömegének minden grammja 4,2 milliárd kalória energiát termelt, ami durván milliószorosa a kémiai égési energiáknak. Ebből következik, hogy a kémiai energiaforrásokat a Nap sugárzásának magyarázatából eleve ki kell zárunk.

2. *Meteor elmélet.* Robert Mayer 1848-ban az energiamegmaradás általa felállított tételét a Nap energiatermelésének magyarázatára használta fel. Azt állította, hogy a Nap hőmérsékletét a rázuhanó meteorok mozgási energiájának hőenergiává való átalakulása tartja fenn. Számításai szerint kétrillió ($2,16 \cdot 10^{18}$) gramm meteor anyagnak másodpercenként a Nap felületére való zuhanása elegendő a Nap hőmérsékletének fenntartására. Az így kapott energia néhány ezerszer akkora, mint a meteorokkal azonos tömegű szén égéséből származó hő. Ekkor azonban a Nap tömege minden százmillió évben megduplázódna, és ennek következtében a bolygók keringése gyorsulna, úgyhogy a keringési idő évenként majdnem egy másodperccel rövidülne. Ennek azonban semmi nyoma. A meteor elméletet is el kell ejtenünk, jóllehet azzal a megjegyzéssel, hogy a sugárzási tömegvesztés pótlására a csillagok vehetnek fel intersztelláris anyagot olyan esetben, amikor fiatal csillagok csillagközi anyagban gazdag vidéken haladnak át.

3. *Hőtartalom elmélet.* A Nap jelentős hőenergiával rendelkezik. Nem törődve ennek eredetével, vizsgáljuk meg, hogy ez önmagában, minden pótlás nélkül mennyi időre fedezné a sugárzást. Ha a Napot egyszerűen izzó testnek, fémnek tekintjük, néhány ezer év alatt hűlt volna le. Az anyag korpuszkuláris elméletének diadalra jutása óta azonban a Nap hőtartalmát a benne levő atomok, elektronok kinetikus energiájából és a nagyfokú disszociáció következtében fellépő ionizációs energiából összetettnek gondoljuk. Ez a hőtartalom $4 \cdot 10^{48}$ erg., amely 40 millió évre elegendő. Ez is csak ezredrésze a szükségesnek.

4. *Összehúzóási (kontrakciós) elmélet.* Először *Helmholtz* (1854) és *Kelvin* (1861) mutattak rá arra, hogy ugyanazon tömeg mellett egy nagy térfogatú gázgömb nagyobb energiataralommal rendelkezik, mint egy kisebb térfogatú. A zsugorodás alatt a gázgömb helyzeti energiája csökken, tehát energia szabadul fel, és a csillag melegebb lesz. Ha feltételezzük, hogy azon idő alatt, míg a Nap végtelen kiterjedésű ködből a mai méretére zsugorodott, állandóan a mai fényességgel sugárzott, a sugárzás időtartamára 24 millió évet kapunk. Ez azonban csak mintegy ezred része a Nap becsülhető életkorának. Óriási csillag, mint pl. a *Capella* esetén az összehúzóásból eredő energia csak alig 200 ezer évre biztosítaná a csillag energiaszükségletét. Ezek alapján kimondhatjuk, hogy *a gravitációs összehúzóadás nem lehet egyedüli forrása a csillag energiájának.*

Ennek ellenére a gravitációs energia mégis fontos szerepet játszik a csillagok életében, és ez az egyetlen régebben is feltételezett energiaforrás, amelynek a csillagok energiatermelésében szerepe van. A csillag keletkezése alkalmával ugyanis, amikor a csillag a hideg interstelláris anyagból összetömörül, ezen folyamat révén emelkedik az anyag hőmérséklete, míg a *magnezesülési folyamatok* bekövetkeznek. Ilyen módon tehát a gravitációs energia mintegy gyutacsa a csillag későbbi energiatermelő folyamatainak. Lehetséges, hogy a gravitációs energia a csillag életének későbbi szakaszában is szerepet játszik, amikor is a csillag hidrogénkészlete már kimerült, és az energiatermelés és ennek következtében a gáznyomás is lecsökkent. Ekkor a csillag ismét zsugorodni kezd, és hőmérsékletének fenntartásában ismét a gravitációs energiának jut a főszerep. Ezek a megfontolások képezik egyébként a csillagok fejlődésére vonatkozó elméletek alapját.

III. Magfizikai alapfogalmak

1. *Radioaktivitás.* Amint az előző fejezetben kimutattuk, az összes klasszikus energiaforrások elégtelennek bizonyultak a csillagok energiatermelésének magyarázatára. A megoldás akkor adódott, mikor a múlt század végén *Bequerel*, *Skłodowska Mária* és *Pierre Curie* felfedezték, hogy bizonyos elemek atomjaiból nagy energiájú sugárzás indul ki, minden külső ok nélkül. Az urán, polónium, majd a rádium radioaktivitásának felfedezése nyomán behizonyosodott, hogy egyes elemek atommagjai instabil helyzetben vannak, és önmaguktól stabilis energiájú konfigurációkba igyekeznek átalakulni, s közben fölös energiájukat kisugározzák. A felszabaduló energia igen nagy. 1 gramm rádium mintegy 100 cal. hőt fejleszt 1 óra alatt. Kb. három nap alatt szabadul fel 1 gramm rádiumból annyi energia, mint amennyi 1 gramm szén elégeése nyomán keletkezik. De a rádium ezt az energiatermelést évszázadokon át

folytatja, energiatermelése 25 év alatt csupán 1%-kal csökken, és mennyisége 1580 év alatt fogy le a felére.

Korán kiderült azonban, hogy a radioaktív elemek nem lehetnek a csillagok energiatermelésének okozói. A megfelelő energiataralommal rendelkező radioaktív elemek élettartama (felezési ideje) ugyanis túlságosan rövid ahhoz, hogy milliárd év nagyságrendű energiatermelő folyamatokat fedezhessenek. Így a radioaktivitás nem volt alkalmas, hogy a csillagok energiatermelését megmagyarázza, de ráirányította a figyelmet az anyagon belüli, atommagokba zárt energiaforrásokra.

2. *Tömeg-energia ekvivalencia.* Kevéssel a radioaktivitás felfedezése után 1905-ben *Einstein* a speciális relativitás elmélete kapcsán arra a nevezetes összefüggésre jött rá, hogy az anyag nyugalmi tömege jelentékeny energiataralmat is reprezentál. Az *Einstein-egyenlet* szerint valamely m tömeg energiataralmát a fénysebesség négyzetével szorozva kapjuk meg:

$$E = m \cdot c^2$$

A Nap jelenlegi sugárzása másodpercenként egybillió gramm (10^{12}) tömegvesztésnek felel meg. Mivel azonban a Nap tömege 10^{33} gramm nagyságrendű, egymilliárd esztendő alatt eredeti tömegének csupán néhány század százalékát (0,03%) vesztette el. A Nap egész tömege pedig tizenöt billió évre ($1,47 \cdot 10^{13}$) lenne elegendő a sugárzás pótlására. Ez jóval több, mint amennyi szükséges.

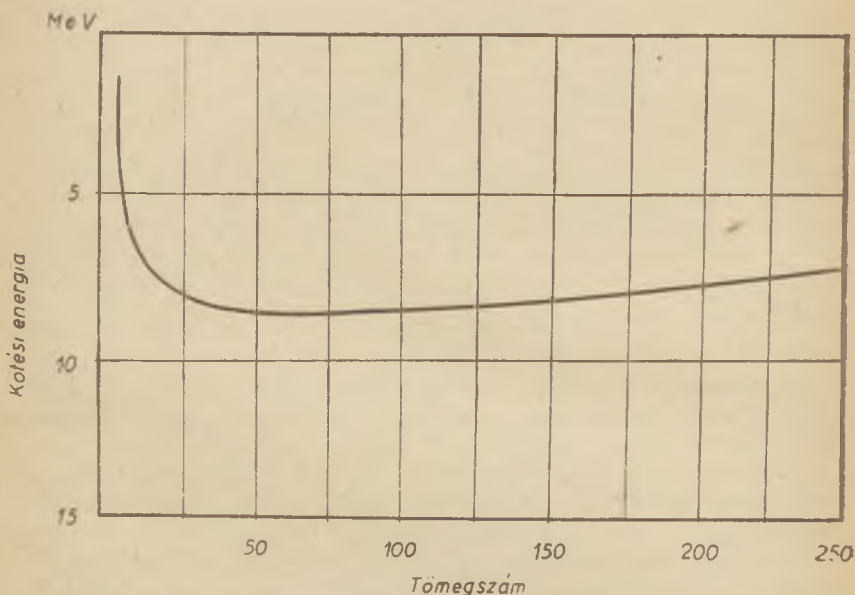
Ma igen valószínűnek tarthatjuk, hogy az anyagnak az *Einstein-egyenlet* által definiált szétsugárzása, amelyet a termodinamika II. főtétele is mint entrópia növekedéssel járó folyamatot megkíván, nem következik be. *Wigner Jenő* mutatott rá 1951-ben arra, hogy *magfolyamatokban a protonok és neutronok száma sohasem változik meg.* Az atommagfolyamatok alatt a nehéz elemi részek más konfigurációkká rendeződhetnek, proton neutronná vagy más nehéz részecskévé alakulhat. A nehéz részek tömege azonban meg nem semmisülhet. Ez a tilalmi tétel az anyag megmaradási tételének általánosítása, mely a nehéz részek állandóságát külön is szavatolva biztosítja a világegyetem anyagi állandóságának fennmaradását.

3. *Atommag reakciók.* *Aston* pontos tömegspektrográfiai mérései alapján (1919) ismeretes, hogy az elemek atomsúlya mindig kisebb, mint az őket alkotó protonok és neutronok együttes tömege. Ennek a tömegkülönbségnek megfelelő energia az, ami a magot összetartja, és a magfolyamatoknál ez képes felszabadulni.

A tömegdefektusoknak az atomsúlyoktól való függése egy minimum görbének felel meg. (*Mattauch görbe.*)

Legnagyobb tömegdefektust a periódusos rendszer elején és végén levő atomoknál találunk. A periódusos rendszer elején levő atomok-

ból összeépítéssel, *fúzióval* nyerhetünk energiát, míg a periódusos rendszer végén levő atomoknál a hasítás, a *fisszió* az energiatermelő folyamat.



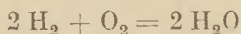
49. ábra. Az atommagok kötési energiái a tömegszám függvényében (Mattauch)

4. *Magátalakulási folyamatok energiataralma.* Annak ellenére, hogy a magreakcióknál a fellépő tömeghiány általában a reagáló atomok tömegének egy százaléka alatt marad, a folyamatban részt vevő atomok nagy száma miatt jelentős energia szabadul fel. Egy ezred tömegegység egyenlő 0,9311 MeV-tal, illetve $1,492 \cdot 10^{-6}$ erggel. A legfontosabb fúziós reakció a *héliumnak hidrogénből történő felépülésének* energiamérlege a következő:



egy hidrogén atomtömege	1,00813 tömegegység
négy hidrogén atomtömege	4,03252 tömegegység
hélium atomtömege	4,00388 tömegegység
— különbség —	0,02864 tömegegység
két pozitron tömege	0,00110 tömegegység
A reakció tömegdefektusa	0,02754 tömegegység

A reakció folyamán tehát 27,54 ezred tömegegységnek megfelelő energia szabadul fel. Ez 25,6 MeV vagy $4,1 \cdot 10^{-6}$ erg. Egy mólra, vagyis 2 gramm hidrogénra átszámítva ez már 600 millió kilokalóriának felel meg. Ugyanakkor a hidrogén elégésének kémiai reakciója, vagyis a



folyamat (víz képződése durranógázból) csak 68,4 kilokalória energiát termel mólonként. A magreakció energiataartalma tehát közel 10 milliószorosa! Ez az egyszerű számpélda is mutatja, hogy az atommag-energiák megnyitása révén az emberiség az addigi energiafajták több milliószorosainak birtokába jutott. Egy kiló hidrogén fúziós energiája $7,5 \cdot 10^{11}$ kalóriát jelent, ami 25 ezer tonna, vagyis 2500 vagon 300 kilokalóriás barnaszénnek felel meg. Szemléletes hasonlattal élve egy köbméter Balaton vízben levő hidrogén fúziós energiája elegendő az egész Balaton vizének felforralására. *Nagyságrendileg hasonló energiataartalmúak a periódusos rendszer elején végbemenő többi fúziós folyamatok is.* Így például, ha a hélium szintézisét két deutérium mag fúziójával végezzük el, akkor is egy liter természetes vízben levő deutériumnak (nehéz víz) fúziós energiája 350 liter benzin hőenergiájával egyenlő.

5. *Termonukleáris reakciók.* Földi viszonyok között azonban sem a hidrogén-, sem a deutériumatomok nem olvadnak össze héliummá. Ahhoz ugyanis, hogy fúzió létrejöhessen, a reakcióban részt vevő magoknak (protonoknak, deutronnak) olyan közel kell egymáshoz kerülniök, hogy távolságuk a magot összetartó erők igen rövid hatótávolságán belül legyen. A magkötő erők hatótávolsága $10^{-12} - 10^{-13}$ cm. Fúzióhoz tehát az szükséges, hogy a reagáló partnerek ennél közelebb jussanak egymáshoz. Pozitív töltésű részek fúzióját azonban megnehezíti a magok körül fennálló Coulomb-féle erőter.

A mérések szerint a Coulomb potenciál a magtól $3 \cdot 10^{-12}$ cm távolságban hirtelen letörik, és érvényre jutván a magösszetartó erők, vonzó erő lép fel. *Ahhoz tehát, hogy egy fuzionáló részecske a magösszetartó erők hatótávolságába juthasson, az szükséges, hogy annyi kinetikus energiára tegyen szert, amelynek segítségével legyőzhesse a magtöltés potenciálját.* Ilyen nagy mozgási energiára különféle módon tehet szert, de végeredményben mindig úgy tekinthetjük, mintha a fuzionáló anyagot felmelegítettük volna. A részecskék mozgási energiája és hőmérséklete közti átszámítást a Boltzmann-féle képlet adja meg:

$$\frac{1}{2} m v^2 = \frac{3}{2} kT$$

Elegendő nagy hőmérsékletre emelve a fuzionáló anyagot, a részecskék már olyan nagy sebességre tehetnek szert, hogy ütközve legyőzik a potenciálfalat, és fúzió történik. Ezután a felszabaduló energia is segít

a magas hőmérsékletet fenntartani, és további fúziót előidézni. Mivel ezek a magreakciók magas hőmérséklet hatására jönnek létre, hőmérsékleti magfolyamatoknak vagy szokásosabban *termonukleáris reakcióknak* nevezik.

A potenciállal legyőzéséhez szükséges hőmérséklet néhány milliárd ($4 \cdot 10^9$) Kelvin fok. De egyéb megfontolásokból (l. *Csillagászati Évkönyv*. 1959. 192. o.) tudjuk, hogy a Nap (és a csillagok) középpontjában nem lehet magasabb hőmérséklet, mint 100 millió fok. Legvalószínűbb, hogy a csillagok belsejében húszmillió fok körüli hőmérséklet uralkodik, ami kétszázszor kevesebb, mint amennyi a protonok közvetlen fúziójához szükséges lenne. Gamow mutatott rá 1928-ban arra, hogy a kvantumelmélet szerint az atommag Coulomb tasztítását egy részecske akkor is legyőzheti, ha nem rendelkezik a potenciállal maximális értékének legyőzéséhez szükséges energiával. (Alagút-effektus.) Gamow számításai szerint két Z_1 , ill. Z_2 töltésszámú és m_1 és m_2 egymáshoz képest E relatív kinetikus energiával mozgó részecske egymás potenciállalán való áthaladásának valószínűsége a következő:

$$W = e^{-\left(\frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}\right)^{1/2} \frac{Z_1 Z_2}{E^{1/2}}}$$

Ebből a kifejezésből a következő megfontolásokat olvashatjuk le. Az egymásba hatolás valószínűsége nő az összeütköző részecskék relatív kinetikus energiájával (E), vagy termonukleáris folyamatok esetén a hőmérséklettel. Viszont erősen csökken az egymásba ütköző partnerek tömegével és töltésével. Ezért egy proton behatolási valószínűsége nagyobb, mint egy alfa részé. Magasabb elemek magjaiba való behatolás valószínűsége már igen csekély. Ezért a magasabb rendszámú elemek keletkezésére más folyamatokat kell feltételeznünk.

A termonukleáris reakciót három lépésből összetettnek gondolhatjuk:

1. A két fuzionáló részecske ütközése.
2. Az ütköző részek áthaladása egymás potenciállalán.
3. A stabil fúzió megtörténte és ezzel kapcsolatosan a gamma sugár kibocsátás.

A számítások szerint a termonukleáris energia a hőmérséklettel a következő összefüggésben van:

$$E = C_1 T^{-2/3} \cdot e^{C_2 T^{1/3}}$$

ahol C_1 és C_2 állandók.

Ezek a formulák alkalmasak arra, hogy segítségükkel kiszámíthassuk egyes termonukleáris reakciók energiatermelését a hőmérséklet függvényében.

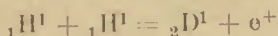
A fúziót a fúzióra képes atomok valószínű élettartamával is jellemezhetjük. Ez az az idő, mely alatt egy részecske feltehetően beolvadásra kerül.

A „beolvadási állandó” a potenciálfalon való áthaladás valószínűségétől függ. Célszerű helyette annak reciprokát, az ún. „valószínű élettartam”-ot használni. Szemléletes jelentése az, hogy ennyi idő alatt csökkennek felére a fúzióban részt vevő anyagok mennyiségei.

IV. A csillagokban lezajló termionukleáris folyamatok

1. *Asztrofizikai energiatermelő magreakciókról általában.* Harkins, Perrin és különösen Eddington már a húszas évek elején rámutattak arra, hogy a csillagok energiatermelése kizárólag magreakciók alapján képzelhető el. Az első számításokat Atkinson és Houtermans végezték el 1929-ben. Kimutatták, hogy a héliumnak hidrogénből való felépülése elegendő energiát szolgáltat a Nap sugárzásának néhány milliárd éven át való fedezésére. Számításaikból az is kiderült, hogy a héliumnál nehezebb elemek felépülése (legalábbis a normális csillagokban) igen valószínűtlen. Ugyancsak kiderült, hogy a hélium-felépülés négy proton egyidejű összeütközése alapján, a négyes ütközések rendkívüli ritkasága miatt szintén nem lehetséges. A hidrogén fúzió csak több lépésben történhet meg, és szükségessé vált ezen lépések részletes kutatása. A számítások egyik fő érdeme az volt: kimutatták, hogy a Nap 20 millió fokok középponti hőmérsékletén, a térfogat egységben, aránylag csak kevés fúziós folyamat megy végbe, és csupán a Nap nagy méretei folytán van mégis elegendő energiafejlődés. A laboratóriumok gyorsító berendezéseiben sokkal nagyobb kinetikus energiát voltak képesek a protonok felvenni, mint amilyenre a Nap belsejének hőfokán szert tehetek. Ezért írta Eddington, hogy az atommagokkal való energikus bánásmódban a Cavendish Laboratórium messze fölötte áll a Napnak, ám ugyanakkor a Napban az elemátalakulások óriási térfogatokban történnek, míg a laboratóriumban jóformán csak egyesével. A magátalakulások viszonylagos ritkasága biztosítja a csillagok hosszú élettartamát, vagyis megóvjá őket attól, hogy egyszerre, robbanásszerűen használják el energiáikat.

1938-ban Bethe és Critchfield újból foglalkoztak a csillagokban való elemátalakulások kérdésével, és azt találták, hogy a deutérium felépülés a



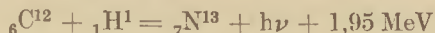
reakció alapján a Napban uralkodó hőmérsékleti és nyomásviszonyok mellett nagyjában fedezi a Nap energiaszükségletét.

Ezután gyors egymásutánban követték egymást Weizsäcker, Gamow, Teller és Bethe vizsgálatai, úgyhogy a negyvenes évek elején

már tisztázódtak a csillagokon belüli magfolyamatok. Számos magreakciót vizsgáltak végig, és kimutatták, hogy a *fősorozatbeli csillagoknál csak akkor számolhatunk érdemleges mennyiségben fúzióval, ha a fúzió egyik partnere proton*. Ebben az esetben is a szénnél magasabb rendszámú elemek proton befogása már csak olyan kis mértékben lehetséges, hogy a csillag energiatermeléséhez nem járulhatnak hozzá. A szénnél könnyebb elemek esetében pedig a fellépő proton befogások oly gyorsan zajlanak le, hogy nem képesek néhány milliárd évre terjedőleg a csillag energiatermelését fenntartani. Nem lehetetlen, hogy ezek a rövid élettartamú folyamatok a csillag életének korai szakaszában lényeges szerepet játszanak, de a fősorozatban szerepük már nincsen. Csak két folyamat alkalmas a csillag energiatermelésének magyarázatára; mindkettő: hélium felépülése hidrogénből, de különböző úton. Lényeges megjegyeznünk, hogy a hélium- és hidrogénmagok nem egyesülnek egymással, tehát ezen két mag igen nagy mennyiségben lehet jelen egymás mellett. Lássuk most részleteiben azt a két folyamatot.

2. A C—N ciklus. Weizsäcker (1937) és Bethe (1939) kimutatták, hogy négy hidrogénmag, szén katalitikus hatása következtében, héliummá egyesülhet. A folyamat egy protonnak szénmag által való befogásával kezdődik, és ezt követően öt lépésen keresztül további három proton befogásával hélium keletkezik. A folyamat végén a kezdeti szénatomot visszakapjuk. Húszmillió fokon, 80 g cm^{-3} sűrűség, és 35% hidrogéntartalom mellett a C—N ciklus reakciólépcsői a következők:

I. Egy szénmag befog egy protont, és átalakul tizenhármas nitrogén izotóppá, egy gamma kvantum felszabadulása mellett:



Egy szénatom átlagos élettartama a fenti körülmények közt száz-húszezer év.

II. A tizenhármas nitrogén izotóp nem stabil, hanem pozitron és neutrino sugárzás közben átalakul tizenhármas szénizotóppá:



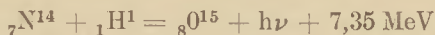
A keletkezett neutrino nagy áthatolóképessége folytán akadálytalanul kijut a csillagból, és magával viszi a bomlási energia 5/8-át.

III. A tizenhármas szénizotóp ismét befog egy protont, és átalakul tizennégyes nitrogén izotóppá, miközben gammasugárzás alakjában 7,54 MeV energia szabadul fel.



A C^{13} élettartama huszonnyolcezer év.

IV. A tizennégyes nitrogén ismét befog egy protont és tizenötös oxigén izotóppá alakul, miközben 7,35 MeV energia szabadul fel.



A tizennégyes nitrogén izotóp átlagos élettartama 2,2 millió év. Így ez az egész C—N ciklus leglassúbb reakciója.

V. A tizenötös oxigén izotóp nem stabil, és három perces felezési idővel átalakul tizenötös nitrogénné, pozitron és neutrinosugárzás közben.



VI. Az utolsó lépés a tizenötös nitrogén izotóp proton befogása hélium atommag (alfa rész) kibocsátása és a tizenkettes szénmag visszaképződése mellett. A felszabaduló energia 4,96 MeV, a tizenötös nitrogénatom átlagos élettartama pedig 520 év.



Összegezve tehát négy hidrogénmag (proton) épül össze egy héliummaggá, miközben két pozitron és két neutrino is keletkezik. A felszabadult energia részben mint gammasugárzás, részben mint a pozitronok kinetikus energiája jelentkezik. A pozitronok a továbbiakban elektronokkal ütközve szétsugárzódnak.

A tiszta energianyereség

$$\varepsilon = \frac{0,00266 \, c^2 x_{\text{N}}}{14 \, \tau},$$

ahol c a fénysebesség, x_{N} a nitrogén mennyisége a csillag anyagának tömegszázalékában, τ pedig az egész C—N ciklus átlagos periódusa, ami gyakorlatilag a leglassúbb reakciót meghatározó N^{14} átlagos élettartamával vehető azonosnak. Ez mint láttuk, $2,2 \cdot 10^6$ év. Húszmillió fok, a sűrűség és a hidrogéntartalom szorzatának 30 gem^{-3} értéke mellett, feltételezve, hogy a nitrogén gyakorisága $x_{\text{N}}: 1\%$, azt kapjuk, hogy az energiatermelés $250 \text{ erg. g}^{-1} \cdot \text{sec}^{-1}$. Ennek az értéknek bizonytalansága az x_{N} nitrogén koncentráció bizonytalanságától és az N^{14} átlagos élettartamától függ. Alacsonyabb hőmérsékleten az energiatermelés csekélyebb. Tizenhatmillió fokon energiatermelés csak $13 \text{ erg. g}^{-1} \cdot \text{sec}^{-1}$. Mivel a Nap közepében az energiatermelés kb. 50 erg. grammként egy másodperc alatt, következik, hogy a csillagok belsejében a hőmérséklet nem lehet lényegesen a húszmillió fok alatt.

A C—N ciklus erősen függ a hőmérséklettől. *Bethe* szerint közelítőleg a csillag anyagának minden grammja egy másodperc alatt

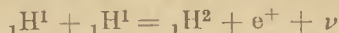
$$\varepsilon = \text{const. } x(1 - x - y) \rho T^{17} \text{ energiát termel,}$$

ahol x és y a hidrogén és hélium koncentrációt jelentik. ρ a sűrűség és T a hőmérséklet. Az egész csillagra vonatkoztatva az energiatermelés

$$L \sim x(1 - x - y) M \rho_c T_c^{17}, \text{ ahol}$$

M a csillag tömege, ρ_c és T_c a csillag centrumának sűrűsége és hőmérséklete. Az energiatermelésnek a hőmérséklet ilyen magas hatványával való függéséből következik, hogy az energiatermelés csak a csillag középpontjának kis környezetére szorítkozhat. Eszerint a csillag belső felépítését legjobban a pontforrás modell közelíti meg. Ugyancsak a C—N ciklus erős hőmérséklet függéseiből következik, hogy a fősorozatokban a csillagok középponti hőmérséklete M-től az O osztályig csupán 10 és 23 millió fok között változik, bár ugyanakkor a kisugárzott energiában százezerszeres viszony is mutatkozik.

3. *A p—p reakció.* A csillagok energiatermelése jól megmagyarázható két protonnak deutériummá való fúziójával:



Ez a reakció a két proton ütközését illetőleg gyakran végbe megy, de az azt követő pozitron bomlás valószínűsége csekély, úgyhogy a deutérium szintézise a csillagok belsejében nem megy végbe nagy sebességgel. A folyamatban résztvevő protonok élettartama $4,8 \cdot 10^{10}$ év, és 1,4 MeV a felszabaduló energia. A deutérium azonban nem maradhat meg sokáig a nagyszámú proton között, hanem két másodperces átlagos élettartam után újabb protont fog be, miközben trícium keletkezik, és 5,3 MeV energia szabadul fel:



Végül harmadik lépésben két tríciummag ütközik össze hélium képződése és két proton felszabadulása közben:



A tríciumatomok átlagos élettartama $2 \cdot 10^5$ év, a felszabaduló energia pedig 12,8 MeV. Tehát tulajdonképpen egy három lépésből álló reakcióláncról van szó, amelyben négy proton olvad össze héliummá, és közben pozitron, neutrino és egy gamma kvantum keletkezik.

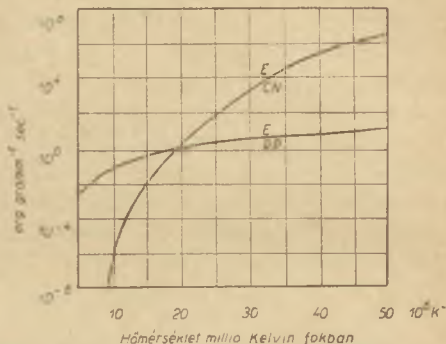
Húszmillió fokon a C—N és p—p reakció kb. ugyanannyi energiát termel, de alacsonyabb hőmérsékleten a p—p reakció energiatermelése lényegesen magasabb lesz, mint a C—N ciklusé. Ezért a p—p reakció főleg a késői csillagokban (K, M osztály) lehet jelentős.

Ezzel a két reakciólánccal megoldást nyert a Nap és a csillagok sugárzásának több ezer éves problémája. Mind a két folyamat alkalmas arra, hogy megmagyarázza a Nap energiatermelését néhány milliárd

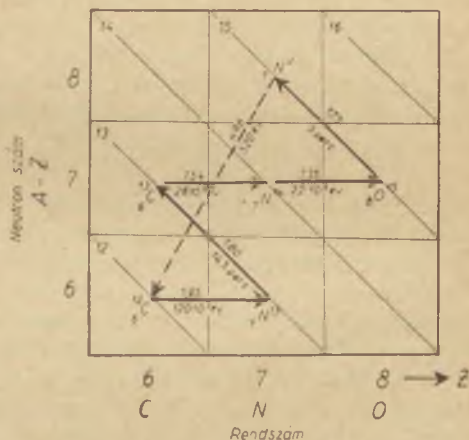
esztendőre. Emlékeztetünk rá, hogy kétmilliárd év alatt a Nap minden másodpercben 4 millió tonna hidrogént égetett el, de az alatt mégis csak összes tömegének tízezred részét használta fel. Más szavakkal a Nap össztömegének 2%-át kitevő hidrogén alakult át héliummá. Világos ebből, hogy a csillagok energiatarthatéka nemcsak a múlt, hanem a jövőre nézve is néhány százmilliárd évre elegendő.

4. Egyéb magreakciók lehetősége a csillagokban. Óriás-, szuperóriás- és változócsillagok esetében az energiatermelést sem a $p-p$, sem a $C-N$ ciklussal nem magyarázhatjuk. Ezek belsejében ugyanis még a tízmillió fokot sem éri el a hőmérséklet, és ez nem elegendő a fenti folyamatok beindulására. Lehetséges, hogy ezekben a proton befogás alacsonyabb rendszámú elemeken történik. Ilyenek a lítium, berillium és a bór. A proton befogásához ezen elemeknél 2, 3, ill. 6 millió fok elegendő. Nehézség azonban az, hogy ezek a magfolyamatok a tüzelőanyag gyors elfogyása miatt nem tarthatnak sokáig. Ha ezen elemek mennyiségét 1%-nak vesszük, átalakulásuk mindössze 40 millió évre elegendő energiát szolgáltat. Vagy azt kell feltételeznünk, hogy ezek a csillagok ezen időtartamnál fiatalabbak, vagy azt, hogy energiatermelésükben egyéb tényezők is szerepet játszanak. (Gravitációs kontrakció.)

Hasonló nehézség a fősorozat elején is jelentkezik. Az O és B csillagok olyan nagy mennyiségű energiát sugároznak ki, hogy hidrogénkészletü-



50. ábra. A $p-p$ reakció és a $C-N$ ciklus energiatermelése a hőmérséklet függvényében



51. ábra. A $C-N$ ciklus áttekintése. A nyilak alatt írt számok a reakció átlagos időtartamát; a felett írt számok pedig a reakció energiatermelését jelentik MeV-ban.

ket rég elhasználták volna, ha annyi idők lennének, mint a Nap vagy a fősozozat többi közepes csillagai. Így egy korai O típusú csillag, mely százezerszer annyi energiát sugároz, mint a Nap, alig másfélszeres tömeg mellett, nem lehet idősebb, mint 10—15 millió év. Az ilyen csillagok energiatermelésének oka még nincs tisztázva, és szoros összefüggésben van a csillagfejlődés megoldatlan kérdésével.

Ma már főleg *Salpeter*, *Hoyle*, *Fowler* és mások vizsgálatai nyomán némi képünk van arról, hogy milyen energiatermelő folyamatok jöhetnek létre, ha egy csillag már elhasználta hidrogénkészletét. Ebben az esetben az energiatermelés csökkenésével a csillag összehúzódik. A felszabaduló gravitációs energia felmelegíti a csillagot, és ha a hőmérséklet eléri a 150 millió fokot, a sűrűség pedig a százezer gcm^{-3} -at, újabb magreakciók indulnak meg. Lehetőség nyílik a héliummagok fúziójára és az instabil *Be* mag képződésére:

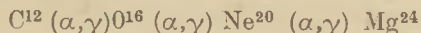


Ez a beriliummag újabb héliummag befogásával szénné alakul:



Ez a reakció azért is fontos, mert esetleg magyarázatát adja a C—N ciklust katalizáló szén keletkezésének.

Egymást követő héliummag-befogások nyomán meg lehet magyarázni a négyvel osztható atomsúlyú izotópok felépülését.



Ezek a folyamatok bár csökkenő mértékben, de energiatermeléssel járnak. Magnézium felett további elemek felépülése bizonytalan, egyrészt mert addigra a csillag héliumkészlete is elfogyhat, másrészt a reakcióként felszabaduló energia már nagyon kevés lesz, sőt a vas után a további elemfelépülés már energiaelnyeléssel jár. Ezek a reakciók tehát már nem annyira a csillag energiatermelése szempontjából érdekesek, hanem az elemek keletkezésének érdekes kozmogóniai problémájával kapcsolatosak. Természetesen ilyen nehéz elemek képződéséhez már igen nagy, néhány milliárd fok hőmérséklet szükséges. Számos reakciót írtak fel, amelynek alapján nehezebb elemek épülnek fel. Ezek helyessége azonban jelenlegi ismereteink alapján nem ellenőrizhető.

DETRE LÁSZLÓ:

A CSILLAGOK KELETKEZÉSE ÉS FEJLŐDÉSE

Az utóbbi években divatba jött, hogy a csillagfizika majdnem minden megfigyelési eredményét valamiképp összefüggésbe hozzák a csillagok fejlődésének kérdésével. Ez igen sokszor meglehetősen erőltetett módon történik és evolúciós folyamatokat magyaráznak bele olyan eredményekbe, amelyek másképp is interpretálhatók. Ha kellő kritikával vesszük szemügyre a megfigyelési eredmények interpretálását, akkor bizony be kell vallanunk, hogy a csillagfejlődés kérdésében matematikai szigorúsággal kimondható megállapítás jóformán egy sem tehető még ma sem. Ennek oka főleg az, hogy még egy csillagnál sem lehetett megfigyelni kétségtől való fejlődésszerű változásokat*.

Igy a különböző fajta csillagok, csillagesoportok és csillagrendszerek sajátosságainak összehasonlításából kell megpróbálni a csillagok szerkezetére és energiaforrására vonatkozó ismereteinkkel összhangban kihámozni a csillagfejlődés útjait.

Igen jelentős haladást jelent a csillagkozmozgónia terén, hogy a megfigyelési eszközök tökéletesedésével a Tejútrendszeren kívüli galaxisok egyes csillagainak fizikai jellemzőit is vizsgálhatjuk. Ez vezetett a különböző csillagpopulációk felismeréséhez. Igen termékeny volt a csillagasszociációk felfedezése *Ambarcumján* által. A modern fotoelektromos fotometria lehetővé tette a csillaghalmazok Hertzsprung—Russell-diagramjainak igen pontos és gyors vizsgálatát. *Bethe* és *Weizsäcker* még 1938-ban elfogadható képet adott arról, hogy a csillagok belsejében milyen magreakciók szolgálnak a sugárzás forrásául. Ennek ismeretében az új elektronikus számológépekkel aránylag gyorsan lehetett kiszámítani a legkülönbözőbb feltevések mellett, hogy milyen változásokon mennek át a csillagok megfigyelhető paraméterei, amint a magreakciók folytán belsejük kémiai összetétele változik. Kozmozgóniai szempontból igen fontos eredményekre vezetett a csillagászat legújabb ága, a rádiócsillagászat is: a 21 cm-es hidrogénsugárzás segít-

* A szupernóvák esetében is csak regisztrálunk egy nagyméretű folyamatot, de nem tudjuk, hogy milyen égítéssel történt ez a folyamat.

ségével meg lehet állapítani, hogy a különböző csillagrendszerekben és a csillagrendszerek között mennyi anyag van gázállapotban.

A csillagkeletkezés és fejlődés kérdései természetesen összefüggnek a csillagrendszerek, sőt az egész Világegyetem mai állapota kialakulásának és fejlődésének kérdésével. Minthogy magátalakulások a Világegyetemben jelentős mértékben csak a csillagok belsejében képzelhetők el,* a kémiai elemek gyakoriságának kérdése is összefügg ezzel a témakörrel. Rendkívül érdekes spekulációk jelentek meg, melyek összekötik az atommagok, a csillagok és csillagrendszerek kialakulását a galaxisok színpéében megfigyelhető vöröseltolódással. (Ezekről a kérdésekről a legjobb összefoglalás Cameron: *Stellar Evolution, Nuclear Astrophysics and Nucleogenesis* című, 1957-ben megjelent munkája.)

Itt ezekkel a spekulációkkal nem foglalkozunk. Ma még azt sem tekinthetjük tisztázottnak, hogy a Világegyetem eddig megismert anyaga először szerkezet nélküli galaxisokba különült-e el, és ezekben fejlődtek ki később a csillagok, vagy pedig először csillagok keletkeztek, és ezek sűrűsödtek össze később galaxisokba (ld. *Layzer AJ 59.*, 170. 1954.). Az is lehetséges, hogy a csillagok és csillagrendszerek egy időben keletkeztek. Mind több megfigyelés szól azonban amellett, hogy legalábbis a galaxisok bizonyos fajtáiban még mindig keletkezhetnek új csillagok.

A következőkben azokat a legújabb megfigyelési eredményeket ismertetjük, amelyek jelentős szerepet játszanak a csillagfejlődés kérdésében, valamint kitérünk azokra az elméleti vizsgálatokra, amelyek igyekeznek egységes képet kapni a megfigyelések alapján.

A csillagrendszerek fejlődése

A galaxisoknak egy meglehetősen folytonos sorozatát ismerjük, a szabálytalan szerkezetűektől a spirálisok különböző fajtáin át az elliptikus galaxisokig. Régebben egyszerűen feltették, hogy ez a morfológiai sorozat egyúttal evolúciós is. *Jeans*, miután elméletileg „behizonyította”, hogy az ellipszis alakú galaxisok, valamint a spirálisok közepén látható ellipszis alakú magok gázneműek, a fejlődés elejére az elliptikus galaxisokat helyezte. (*Astronomy and Cosmogony*. 1928. pp. 323—352.) Mikor sikerült felbontani az Andromeda-köd magját és két elliptikus társát csillagokra, az evolúció útját a földítottnak gondolták.

* Először az instabilis Tc^{43} előfordulása alacsony hőmérsékletű csillagok légkörében figyelmeztetett arra, hogy magreakciók csillaglégkörökben is létrejöhetnek. Újabbán kiderült, hogy napkitörések a kozmikus sugárzás erős megnövekedését okozzák. Valószínűleg erős mágneses terek fellépésének hatására, némely csillag légkörében elég sok magyenergiájú részecske keletkezhet ahhoz, hogy az általuk létrehozott magreakciók a csillag külső rétegeinek kémiai összetételét észrevehetően megváltoztathassák.

Ma két felfogás áll egymással szemben. Az egyik szerint a jelenleg ismert galaxisok minden fajtája nagyjából egy időben alakult ki, a helyi viszonyoktól függött, hogy hol, milyen fajtájú galaxis alakult, és a különböző fajta galaxisok különböző módon fejlődtek. A másik felfogás szerint galaxisok jelenleg is keletkeznek.

Nézzük, milyen megfigyelések támogatják vagy cáfolják a két felfogást. *Baade*-nek a $2\frac{1}{2}$ m-es Mt. wilsoni tükör segítségével 1943-ban sikerült az Andromeda-köd középponti részét és a két kísérőjét, az NGC 205 és NGC 221 elliptikus galaxisokat csillagokra feloldva lefényképezni, felhasználva a háborús elsötétítés nyújtotta előnyöket. Kiderült, hogy két külön csillag-populációt kell megkülönböztetni. (Ap. J. 100. 79.) Ezeket *Baade* I. és II. populációnak nevezte. Az első nem jelentett semmi újat. Ez a spirális ágak populációja, amellyel jó ismeretségben vagyunk, hiszen a Nap a mi galaxisunk egy spirális ágában van. Az I. populáció HRD*-jának főjellemzője a főág, amely bizonyos csillagescsoportok esetében még (—8) abszolút fényességnél fényesebb csillagokat is tartalmaz. A II. populáció prototípusa a gömbhalmazok csillagai. Ezek HRD-jét is ismerték már vagy 25 éve, *Shapley* vizsgálataiból. Itt a legfényesebb csillagok vörösróziások, legfeljebb —3 abszolút magnitúdóig, és a főág sokkal kisebb fényességnél kezdődik, úgyhogy csak az 5 m-es tükör segítségével tudták elérni. De az volt az új, hogy az elliptikus galaxisok és az Andromeda-köd középponti részének csillagai ugyanolyan populációhoz tartoznak, mint a gömbhalmazok csillagai.

Az elliptikus galaxisok tiszta, II. populációt tartalmaznak. Az *Sa* és *Sb* spirálisokban** mindkét populáció jelen van, de elkülönülő térbeli eloszlással, amennyiben az I. populáció a spirális karokra korlátozódik. Az *Sc* spirálisokban és a Magellán-felhőkhez többé-kevésbé hasonló szabálytalan galaxisokban a II. populáció ugyan jelen van, de az I. populáció túlnyomó.

Kozmogóniai szempontból a legfontosabb a populáció és az interstelláris por és gáz fellépése közti korreláció. Csak a II. populációs galaxisokban kevés, vagy egyáltalán nincs gáz és por, ezzel szemben az I. populáció csak por és gáz jelenlétében fordul elő. Mármost az I. populáció legfényesebb *O* és *B* csillagai olyan erősen sugároznak, hogy 10–50 millió év alatt minden rendelkezésre álló magenergiát ki-

* Ezentúl így rövidítjük a Hertzsprung—Russell-diagramot. Ez eredetileg a csillagok színképtípusa és abszolút fényessége közti összefüggést jelentette, de HRD-nak nevezhetjük a felületi hőmérséklet — abszolút fényesség, vagy színindex — abszolút fényesség diagramot is. A továbbiakban leg többnyire a színindex — magnitúdo diagramokról lesz szó.

** A spirálisokat *Sa*, *Sb* és *Sc* alosztályba soroljuk, a spirális karok elkülönülési foka, „nyitottsága” szerint.

merítenek. Az a tény, hogy jelen vannak a spirális ágakban, arra mutat, hogy állandóan pótlódnak. Minthogy csak ott vannak, ahol van gáz és por, azt kell feltennünk, hogy folytonosan keletkeznek porból és gázból. Másrészt azokban a galaxisokban, ahol elenyésző a por és gáz, új csillagok keletkezésének már régen meg kellett szűnnie, és így a II. populációs rendszerek csillagai mind öreg csillagok.

A bennük levő csillagok fejlődése szempontjából tehát a tiszta II. populációs galaxisok az előrehaladottabbak, de ez nem jelenti azt, hogy maguk a rendszerek is régebben keletkeztek, mint a spirális vagy szabálytalan galaxisok, ahol még mindig képződnek csillagok. Mert a legtöbb gázt és port tartalmazó szabálytalan galaxisokban is megtalálhatók a II. populáció tipikus csillagai. Újabban *Wesselink* és *Thackeray* RR Lyrae csillagokat talált a Magellán-felhőkben (*Nature* 171. 693.), amelyek tipikus öreg II. populációs csillagok. A csillagkeletkezés tehát ezekben a rendszerekben is régen indult meg, így koruk nem lehet lényegesen különböző a tiszta II. populációs rendszerekétől. De úgy látszik, a csillagképződés mértéke függött a galaxis típusától. Az elliptikus rendszerekben a csillagképződés a régmúltban rendkívül gyors volt, úgyhogy az egész gáz elhasználódott, míg a többiben a csillagképződés lassabban haladt.

Az alábbi táblázatban közöljük a különböző galaxis-típusok néhány kozmogóniai szempontból fontos adatát. (Lásd *Van den Bergh*: *PASP.* 71. 5.)

Típus	Közepes anyagsűrűség	Hidrogéngáz-tartalom	Integrált színindex
E	$100 \times 10^{-24} \text{ g/cm}^3$	$< 1\%$	+ 0,77
Sa	—	—	0,53
Sb	—	1%	0,43
Sc	11×10^{-24} „	10%	0,20
Irr.	4×10^{-24} „	$> 20\%$	0,12

A legfeltűnőbb, hogy a jelenlegi gázmennyiség annál kisebb, minél nagyobb a galaxis anyagsűrűsége. Ha a jelenlegi csillaganyag eloszlása a galaxisokon belül nem különbözik lényegesen az eredeti gáz eloszlásától, akkor az eddig mondottakat úgy interpretálhatjuk, hogy a csillagképződés mértéke a gázsűrűség egyenlő magasabb hatványával arányos.*

* *M. Schmidt* nemrég megpróbálkozott ennek a hatványnak kvantitatív meghatározásával, azon megfigyelési tény alapján, hogy a fiatal O csillagok a Tejútrendszer síkjához jobban sűrűsödnek, mint az interstelláris gáz. Eredménye szerint a csillagképződés mértéke a gáz-sűrűség négyzetével arányos. (*Ap. J.* 129. 243, 1959.)

Eszerint a nagysűrűségű galaxisok gyorsabban fejlődtek, és ha koruk nem is különbözik a kevésbé sűrű galaxisokétól, evolúciós szempontból a legöregebbek. Az irreguláris galaxisoknak a legkisebb a sűrűségük, a csillagképződés bennük lassan haladt, és így fejlődés szempontjából fiatalok. A Nagy Magellan-felhő tömegének a fele még gáznemű. A táblázatban közölt színindexek ugyanilyen értelemben változnak: az irreguláris galaxisok a legkékebbek.

A galaxisok E—Sa—Sb—Sc—Irr sorozatából kiesnek az SO galaxisok és a Fornax-típusú törpe kör alakú galaxisok. Az előbbieket, akárcsak az Sa—Sc galaxisok, nagy centrális részből és elnyúlt korongból állnak. De erre a korongra nem szuperponálódnak spirális karok. Ilyen galaxisok túlnyomórészt sűrű galaxis-halmazokban fordulnak elő, és ezért feltehető, hogy fejlődésüket más galaxisokkal való összeütközések befolyásolták, esetleg úgy, hogy az összeütközések következtében elvesztették interstelláris anyagukat. (*Baade és Spitzer*, Ap. J. 113, 413. 1951.) De nehéz elképzelni, hogy két galaxis összeütközése után is az egyes galaxisok csillagai megtartsák szabályos elrendezését. Az SO galaxisok példája mindenesetre jól bizonyítja, hogy a spirális karok fellépése interstelláris anyag jelenlétéhez van kötve.

A Fornax-rendszerekben az utóbbi években *Baade* igen sok RR Lyrae csillagot talált és ez arra mutat, hogy a rendszerek II. populációjúak. De e rendszerekben az anyag-sűrűség igen kicsi, legalább egy nagyságrenddel kisebb még az irreguláris galaxisokénál is. Így itt erős ellentmondás áll fenn az előbb vázolt fejlődési sémával szemben.

Az is komplikálja a sémát, hogy egy galaxis különböző részei különböző gyorsasággal fejlődhetnek. Erre mutat a két populáció el-különböző eloszlása a spirális galaxisokban: az I. populáció csak a spirálkarokban lép fel. Az utóbbi években jól átkutatták a II. populáció eloszlását a Tejútrendszerben, amely egy Sb spirális. Így *Baade* a $2\frac{1}{2}$ m-os tükörrel a galaktikus centrum egy $42' \times 32'$ nagyságú környékén, amelybe az NGC 6522 gömbhalmaz is belecsik, 285 változócsillagot talált. Ezeknek 41%-a RR Lyrae típusú és egyetlen I. populációjú változó sincs közöttük. A változók olyan magnitudo-intervallumba esnek, amely megfelel a centrum távolságának. A Tejútrendszer centrális magja tehát tiszta II. populáció. Ugyancsak II. populáció alkotja az ún. „galaktikus halo”-t, amely aránylag kis sűrűséggel gömb alakban veszi körül az egész Tejútrendszert. Ilyen gömb alakú eloszlást mutatnak a gömbhalmazok. De a II. populáció nem hiányzik a korongról sem. Ezt bizonyítja a II. populációhoz tartozó nóvák és planetáris ködök térbeli eloszlása: mindkét fajta égitest erősen lapult rendszert alkot. (*Laughlin: A. J. 51. 136. 1945, Kukarkin: Erforschung... 1959. Fig. 25., Berman: Lick Bull. 18. 57. 1935.*)

Különösen jól lehet kimutatni a korongban a II. populációt az Andromeda-ködben. Amíg rövid expozícióval készült felvételeken a spirális elrendeződésű kék csillagok a túlnyomóak, hosszabb expozíciójú felvételeken 21.2 fotovizuális magnitudónál hirtelen rengeteg vörös csillag jelenik meg. Ennél a magnitudónál érzük el a II. populáció legfényesebb csillagait. (Baade: *Stellar Population* p. 16—18.) És ezek nem származhatnak az Andromeda-köd „halo”-jától, mert elnyúlt eloszlást mutatnak. Különben is a „halo”-ban kevés a csillagok száma.

Kozmogóniai szempontból rendkívül fontosnak kell tartani azt a megfigyelési tényt, hogy a II. populációjú csillagok spektrumában a CN abszorbeációs sáv és a fémvonalak sokkal gyengébbek, mint az I. populáció megfelelő színektípusú csillagainál. Először Popper mutatta ki ezt a M3 és M13 gömbhalmaz vörösóriás csillagaira (Ap. J. 105. 204. 1947.), majd Baum (Aj. 57. 222. 1952.), Keenan és Keller (Ap. J. 112. 248. 1950.), az M3 és M92 legfényesebb csillagaira. A galaktikus „halo”-hoz tartozó szubtörpe csillagok légköreikben is a fém/H arány egy nagyságrenddel kisebb, mint a normális főágú csillagokéban. (Pl. Chamberlain és Aller Ap. J. 114, 52. 1951.) Az 5 m-es tükörrel készült felvételekből kiderült, hogy minden gömbhalmazban abnormisan gyengék a fémvonalak, de halmazról halmazra változó mértékben. (Morgan PASP. 68. 1956., és 69. 291. 1957.) Éspedig — és ez a legérdekesebb — leggyengébbek a fémvonalak a Tejút síkjától nagytávolságban levő gömbhalmazokban, a korong közelében levőkében már közelebb áll a normálishoz.*

A két populáció térbeli eloszlásában és kémiai összetételében található különbségeket felhasználva, a következő képet alkották a galaxisok evolúciójáról:

A galaxisok különböző sűrűségű, kezdetben gömb vagy ellipszoid alakú, főleg hidrogénből és egészen kevés nehezebb elemből álló gáztömegként kezdték pályafutásukat. A nagysűrűségű gáztömegekben a csillagfejlődés rendkívül gyors volt. Csupa fémben szegény (II. populáció) csillag alakult ki, és ezek a csillagok jelenleg is az eredeti gömb alakú vagy ellipszoid alakú eloszlást mutatják. Így alakultak ki az elliptikus galaxisok. A kisebb sűrűségű gáztömegekben először a gáznak csak kis része sűrűsödött össze csillagokká vagy csillaghalmazokká olyan helyeken, ahol a sűrűség az átlagosnál nagyobb volt, kivéve a nagyobb sűrűségű centrális részt, ahol a gáz túlnyomó része csillagokká alakult. Ezek a fémben igen szegény (II. populációs) csillagok térbeli eloszlásukban bizonyos mértékig megőrizték az eredeti gáztömeg tér-

* W. Becker már 1950-ben kimutatta, hogy a gömbhalmazok integrált spektruma A5—G0, illetve G2—G5 aszerint, hogy a halmaz a „halo”-ban van-e, vagy pedig a korong közelében. (Lásd: *Sterne und Sternsysteme* c. könyvét.)

beli nagyságát és alakját, kivéve, hogy idővel koncentrálódtak a közép-pont felé és jelenleg a „haló”-t és a centrális magot alkotják. A maradék gáz elkezdett kontrahálódni egy vékony korongra, miközben egy részéből por alakult ki. Az eredetileg kialakult csillagok ezt a gáz-szubtrátumot bizonyos idő elteltével kezdték feltölteni a belsejükben szintetizált nehezebb elemekkel. (Korpuszkuális sugárzás vagy novakitörése útján.) Amikor a most már korong alakú gáztömeg eléggé összesűrűsödött, ott újra megindulhatott a csillagképződés és kialakult a korongot alkotó, fémekben már nem olyan szegény II. populáció. A megmaradt még keskenyebb korongba tömörült gáz, valószínűleg mágneses erők hatására, ma még ismeretlen módon, spirális karokba rendeződött, és itt keletkezett az I. populáció, amelynek még mindig keletkeznek új csillagai.

Persze, lehet, hogy a különböző populációk között levő kémiai különbség nem a keletkezési sorrendtől ered, hanem mert a galaxis különböző vidékei között különbségek lehetnek a kémiai összetételben. Nehéz eldönteni, hogy van-e és milyen mértékben keveredés az interstelláris gázban. *Morgan* jelenleg különböző galaxisok integrált színképét vizsgálja. Már mindjárt az Andromeda-köd centrális részében erős CN sávot és fémvonalakat talált, erős ellentmondásban a fent vázolt evolúciós képpel. Viszont a Tejútrendszer centrumában levő NGC 6522 gömbhalmaz integrált színképében igen gyengék a fémvonalak. A Kis Magellán-felhőben *Arp* a Radcliffe csillagdáiban kis fémtartalmat talált a fiatal kék szuperóriások színképében. (IAU moszkvai konferencia.) A kémiai sajátosságok tehát erősen változnak galaxisról galaxisra. De erős ellentmondásra vezet magának a Napnak kémiai összetétele is. A Föld közeleinek kora, aránylag szigorú meghatározások alapján, kb. 4 és fél milliárd év. Ha egyáltalán a Föld a Nap közelében alakult ki, akkor a Nap ennél is idősebb. És mégis a Nap légkörében a fém/H arány ugyanakkora, mint a fiatal O—B csillagokban.

Legutóbb a 21 cm-es hidrogén sugárzás vizsgálata is olyan eredményeket hozott, amelyek nem illeszthetők az eddigi fejlődési elgondolásba. Először is kiderült, hogy a Tejútrendszer centrális magjában még mindig van gáz, éspedig 600 parszek átmérőjű és kb. 200 parszek vastag korong alakú térrészben olyan sűrűséggel, mint a Nap környezetében. Ez rendkívül erős forgásban van, úgyhogy a centrumtól 100 parszekre a forgási sebesség 200 km/mperc és ekkora marad a korong széléig. A gáztömeg semmi expanziót nem mutat.* De ezzel koncentrikusan 3000 parszek távolságban egy erősen expandáló spirális gázágot talál-

* Így becslést lehet tenni a centrális csillagsűrűsége: az eredmény ezerszeres sűrűség a Nap környezetéhez képest. Ez kb. megegyezik *Baade* eredményeivel.

tak. Úgy néz ki, mintha a spirális ágak valahogyan a magból alakulnának ki. (*Oort és Rougoor; Sky and Telescope 18. 368.*)

Különben vannak más galaxisok, amelyeknek magja még különlegesebb jelenségeket mutat. Így a Virgo csillagképben levő erősen rádiósugárzó NGC 4486 elliptikus galaxis magjából egy ág nyúlik ki 3 sűrűsödéssel. Ezeknek a sűrűsödéseknek színe sokkal kékebb, mint a galaxis többi része, a színeképük folytonos és a fényük polarizált. A galaxis centrumának színeképében emissziós vonalak találhatók. Igen különös, hogy a rádiósugárzás nem ettől a különleges anyagkiáramlástól ered, hanem egy a galaxissal koncentrikus, de nálánál sokkal nagyobb korongra terjed ki. (Brown és Smith *Sky and Tel., 16. 116.*) A bjurakáni obszervatóriumban még két elliptikus galaxist találtak hasonló kék kiáramlásokkal. Sőt találtak több nagy elliptikus ködöt, amelyek közelében kicsi kék színű sűrűsödések vannak, kb. a törpe-galaxisok méretében. Itt a maghoz vezető szál valószínűleg gyenge ahhoz, hogy megfigyelhessük. Ezek a kidobott sűrűsödések túl nagyok ahhoz, hogy egyes csillagoktól vagy akár nagytömegű diffúz-ködtől származzanak, hanem csakis a galaxisok centrumából jöhetnek.

Ambarcumjan szerint az említetteknel lényegesen nagyobb anyagkidobással, amely már a galaxis magjának kettéosztódásának felelne meg, meg lehet magyarázni a Centaurus A rádióforrást is. Ez az NGC 5128 különleges alakú galaxissal esik egybe. *Baude és Minkowski* a galaxis fényképe és színeképe alapján úgy gondolták, hogy itt egy óriás elliptikus köd ütközik össze egy kisebb spirálissal. (Ap. J. 119. 206. és 215. 1954.) Hasonlóan interpretálták az NGC 1275-t a Perseus-halmazban és az IC 2082 rádiógalaxisokat.

Burbidge-ék legújabbban részletesen megvizsgálták a galaxis belső mozgását és nem találtak semmi bizonyítékot az összeütközésre. (Ap. J. 129. 271. 1959.) A spirális normális tengelyforgást végez, holott ezt nyilván megzavarta volna egy nála sokkal nagyobb galaxissal való összeütközés. Így *Ambarcumjan* feltevése sokkal meggyőzőbbnek látszik, annál is inkább, mert *Ambarcumjan* kimutatja, hogy az NGC 5128 vagy a lokális galaxisrendszerhez tartozik, vagy nem messze ettől, a metagalaktikus mezőben van, és még az első esetben is két galaxis összeütközésének valószínűsége mindössze 10^{-11} . Ugyanígy szétszakadó galaxisnak fogható fel a Cygnus Az erős rádióforrás is. Az 5 m-es tükörrel készült felvételeken a rádióforrás helyén gyenge fényű, kettős magú galaxist talált. *Minkowski* felvételei szerint a színekép erős és széles emissziós vonalakkal áll. A kettős galaxis rádiósugárzása rendkívül erős, vagy milliószorosa annak, mint amennyi egy normális galaxisról szokott jönni. Minthogy a galaxis nem galaxishalmazban van, az ütközési hipotézis itt is igen valószínűtlen. *Ambarcumjan* szerint a galaxisok kettéoszlásának lehetőségét bizonyítják még a kettős és

többszörös galaxisokra vonatkozó radiális sebesség-adatok, amelyeket Page publikált 1952-ben. (Ap. J. 116. 63.) Az egyes komponensek sebességei között némely rendszerben olyan nagy a különbség, hogy állandóan távolodniuk kell egymástól. Egyszerű statisztikai megfontolásokból kimutatható, ugyanúgy, mint a kettős és többszörös csillagokra, hogy ilyen rendszereknek összetalálkozás útján való kialakulása rendkívül valószínűtlen, és ezért a rendszer egyes tagjainak együtt kellett keletkezniük. Minthogy a nagy távolodási sebesség ellenére a kettős és többszörös galaxisok tagjai ma is közel vannak egymáshoz, ezek nem keletkezhettek nagyon régen. Hozzávéve azt, hogy vannak érintkezésben levő — sőt szétszakadásban levő galaxisok —, Ambarcumjan kimondja, hogy többszörös galaxisok keletkezése még ma is folyik.

Ha ez a következtetés helytálló, akkor ez azt jelenti, hogy a galaxisok szerkezetéről való mai ismereteinkben még jelentős hézagok vannak. Mert hiszen hogyan történhet olyan jelentős anyagkidobás az NGC 4486 magjából, amikor az elliptikus galaxisokban a rádiómegfigyelések szerint csak kevés gáz van, úgyhogy ott még egyes csillagok képződésére sincs lehetőség. Ambarcumjan felteszi ezért, hogy a galaxisok magjában még eddig ismeretlen tulajdonságú, ún. *praeestelláris* anyag van, amely kivonja magát a megfigyelések alól. Ő különben elveti azt a felfogást, hogy a csillagok interstelláris anyagokból állnak össze és azt véli, hogy a csillagok, a gáz és por is, sőt a csillagrendszerek is, a *praeestelláris* anyagból alakulnak ki.

Ez persze lemondást jelent arról, hogy jelenlegi fizikai ismereteink alapján magyarázzuk meg az égitestek keletkezésének problémáját. De talán megfordíthatjuk Ambarcumjan gondolatmenetét és a kettős és többszörös galaxisok stabilitását feltételezve*, revideáljuk a galaxisok tömegére vonatkozó ismereteinket. Ez azt jelentené, hogy a kettős és többszörös rendszerben levő galaxisok egy részének tömege jóval nagyobb, mint ahogyan a fényességükből lehetne következtetni és így jelentős mennyiségű sötét tömeg van bennük. Az elliptikus galaxisokban, ahol a csillagfejlődés már annyira előrehaladt, különösen sok ilyen sötét tömeg lehet olyan csillagokból, amelyek már minden rendelkezésre álló magenergiájukat kimerítették.

Különben igen sokan úgy gondolják, hogy a csillagok fejlődésük végén szupernova-kitörést produkálnak. Így előfordulhat, hogy olyan II. populációs galaxisokban vagy galaxis-részekekben, amelyekben

* Kivéve talán az olyan extrém esetet, mint az IC3 és NGC 3483, ahol a komponensek radiális sebessége között 7000 km/mpere különbség van. Persze lehet, hogy itt optikai párról van szó és a kettőt „összekötő” anyagkiáramlás is csak egymásravezetülés.

a csillagok zöme eléri ezt a végállapotot, igen gyakori lesz a szupernova-kitörés. Nincs kizárva, hogy némely elliptikus rendszerben vagy spirális magban idővel a csillagsűrűség, beleértve a már nem sugárzóakat is, olyan nagy lesz, hogy összeütközések is gyakoriak lehetnek. Ez is nyilván a szupernovákhoz hasonló szétrobbanási jelenségekhez vezetne.*

Minden ismert szupernova-maradvány erős rádióforrás. Ha valamely galaxisban sok szupernova I. kitörés fordul elő, amellet, hogy erős rádiósugárzó lesz, optikai képében megjelenhetnek olyan alakzatok, mint amilyen az NGC 4486-ban láthatók. Az a körülmény, hogy az itt megfigyelt anyagkidobás csomókból áll, és fénye polarizált, akárcsak a szupernova-maradvány Crab-ködé, csak erősíti ezt a fel fogást.

A szomszéd galaxisok között néha látható nyúlványok szintén nem bizonyítékok a galaxisok kettészakadására, mert igen sokszor a szemközti oldalon is vannak ilyenek. Inkább valami gravitációs árapály hatásra kell gondolnunk. Ezeknek a finom struktúráknak a vizsgálata az utóbbi években lehetetlen volt, mert a szokatlan nagy naptevékenység miatt igen nagy mostanában az éjjeli ég fényessége és hosszabb expozíciójú fényképeket nem lehet készíteni.

Ismeretes, hogy a galaxisok túlnyomó része tagja valamely galaxis-halmaznak. Az ilyen halmazok egyes galaxisainak radiális sebességeiből meg lehet becsülni a halmaz össztömegét, ha feltesszük, hogy a halmaz kiterjedése nem változik. Megint túl nagy tömeget kapunk a galaxisok fényességéhez viszonyítva, a Coma-halmaz esetében pl. több százszorosot. (Zwicky: *Ap. J.* 86. 217. 1937.) Ha hozzá is vesszük, hogy némely halmazban, a galaxisok közti térben találtak hidrogén-gázt (Coma, Hercules és Corona Borealis halmazokban Heeschen, *Ap. J.* 124. 660. 1956. és *PASP* 69. 350. 1957.), ennek tömege csak 25%-át teszi ki a galaxisokénak és az anomáliát nem szünteti meg. Ezért Ambarecumjan inkább azt gondolja, hogy a halmazok galaxisai normális tömegűek, de akkor a halmaznak a radiális sebességadatok alapján expandálni kell. Így a Coma-halmaz korára, feltételezve, hogy a galaxisok valamikor igen szoros csoportozathból indultak ki, másfél-milliárd évet kap.

* Kétfajta szupernovát ismerünk. Az egyik szupernova-típus színe képe csak az expanzió hevességében különbözik a közönséges nováktól. Ezeket csak spirális karokban figyelték meg, és így tipikus I. populációs objektumok. Ezzel szemben vannak olyan szupernovák, amelyeknek a kitörés alkalmával megfigyelt színe képeit mindmáig nem tudták értelmezni. Ilyenek elliptikus és spirális galaxisokban egyaránt előfordulnak, és ezért a II. populációba sorozzák őket. Az utóbbiak a szupernova I., az előbbieket a szupernova II. típus. Minthogy szupernova I.-t irreguláris galaxisban is észleltek, ez nagy gyakoriságukra vall.

Itt az anomáliát nem szünteti meg olyan nagyságrendű korrekció sem, mint amit előbb a galaxisrendszerek tömegére feltételeztünk. De a galaxishalmazok esetében a tömeghez hozzá kell vennünk a galaxisok közt levő csillagok tömegét is. Persze a halmazok túl távol vannak ahhoz, hogy ilyeneket ott meg tudjunk figyelni. De a Tejútrendszerben igen sok csillagot ismerünk, amelynek térsebessége nagyobb a kilépési sebességnél. Különösen sok RR Lyrae csillag van ezek között. Ha mármost feltételezzük, hogy az intergalaktikus térben levő csillagok ugyanakkora százaléka RR Lyrae csillag, mint a Tejútrendszer „halo”-jában, akkor a lokális halmaz intergalaktikus térben levő csillagok tömege kb. tízszerese lenne a halmaz-galaxisok össztömegének. Amellett újabban mind több gömbhalmazt találnak az intergalaktikus térben. Nincs kizárva, hogy a II. populáció kiterjed az egész intergalaktikus térre. Látjuk ebből, milyen bizonytalan így a galaxishalmazok tömegbecslése. Ha a Coma-halmazra ugyanakkora intergalaktikus csillagsűrűséget tételezünk fel, mint amekkorára a Tejútrendszer környékéből következtettünk, a halmaz még mindig expandálónak adódna, de a korára már többmilliárd évet kapnánk. És ez olyan kor, amekkorára már az egész Világegyetem mai állapotának kialakulását becsülik.

A HRD-ok értelmezése

A legtöbb empirikus adatot a csillagok fejlődésére a csillaghalmazok HRD-jából nyerhetjük. A modern fotoelektromos módszerekkel *Eggen* kezdte a nyílthalmazok HRD-jának meghatározását. A gömbhalmazokról a legtöbb kutatás *Sandage* névéhez fűződik (A. J. 58. 61, 1953. Ap. J. 124. 379. 1956.)

52. ábránkban összeállítottuk néhány nyílthalmaz HRD-ját.

Az eredményeket így foglalhatjuk össze:

1. Minden nyílthalmaz HRD-jában a főág mentén a szórás igen kicsi.

2. A főág felső része különböző halmazokban különböző abszolút fényességnél kezdődik. Így a főág

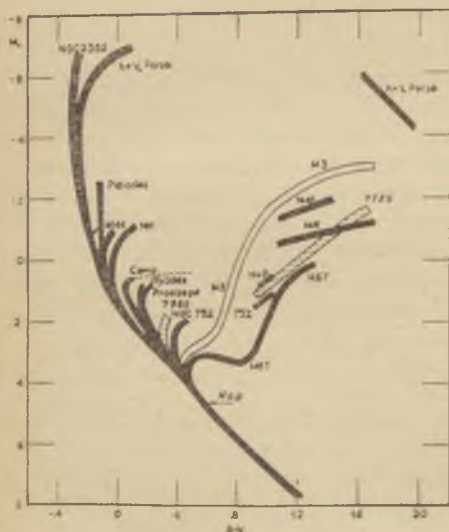
a Perseus kettőshalmazban	$M_v = -7$
a Plejádokban	-3
a Praesepeben és a Hyadokban	$+0,5$
M67-ben	$+3,5$

abszolút fényességnél kezdődik. A kezdőponthoz közel a főág meredeksége minden halmazban nagyobb, mint a megelőzőben.

3. Olyan nyílthalmazban, ahol előfordulnak sárga óriások, ezek helyzete szisztematikusan összefügg a főág kezdőpontjának helyzetével.

Az ábrában feltüntetett minden nyílthalmaz, sőt a M3 gömbhalmaz HRD-ja is egybeesik $+3.5$ abszolút fényesség alatt. Abban is megegyezés van, hogy a csillagok túlnyomó többsége a főágon helyezkedik el. Ez különben érvényes a Tejútrendszernek a halmazokon kívül levő csillagaira is.

A csillagokat gravitációs és sugárzási egyensúlyban levő gázgömböknek tekinthetjük.* A kétfajta egyensúlyt kifejező differenciál



52. ábra. 12 nyílthalmaz sematikus HRD-ja és az M3 gömbhalmaz óriássága. Abszcissa: $B-V$ színindex ordináta: vízutús abszolút fényesség.

egyenletek adott tömeg és kémiai összetétel mellett egyértelműleg meghatározzák a csillag szerkezetét (ez az ún. Russell—Vogt-tétel) és ezzel együtt a HRD-ban szereplő két adatot: a csillag abszolút fényességét és színét is. Ha a kémiai összetételben nincs különbség a csillagok között — és a csillaglégkörök kémiai analízise szerint a csillagok többségére ez így is van —, akkor a különböző tömegű csillagok a HRD-ban egy ág mentén helyezkednek el. A HRD főága tehát ilyen tömegszerinti elhelyezkedés kifejezője: a nagyobb tömegű csillagok a főág tetején helyezkednek el, innen lefelé mind kisebb tömegű csillagok következnek.

De a csillagok főleg a hidrogénjukat használják el a sugárzásukkal, és akár a szén-nitrogén, akár a proton-proton ciklus a jelentősebb, az energiatermelés szempontjából** a kémiai összetételnek a fejlődés folyamán olyan értelemben kell változni, hogy a hidrogéntartalom csökken, a héliumtartalom nő. Minthogy ezzel a HRD-ban a csillagoknak helyét meghatározó két paraméter közül az egyik, a kémiai össze-

* A csillagok túlnyomó részének a fényessége még a fotoelektromos mérés pontosságán belül is konstans. (Legalábbis az optikai hullámhossztartományban.) De a változócsillagokat is inkább úgy kell felfogni, hogy ezeknél a változásokat okozó fizikai folyamatok biztosítják éppen a csillagok stabilitását.

** Az előbbi a forróbb, az utóbbi a kevésbé meleg csillagokban a fő-tényező.

tétel, változik (a tömegvesztés a magreakcióknál elhanyagolható), a csillagnak fejlődése folyamán változtatni kell helyét a diagramban.

A magreakciók, amíg elég sok a hidrogén, az erősen mágneses csillagok kivételével, a csillagok centrális részére korlátozódnak, mert csak ott elég magas a hőmérséklet és a sűrűség, jelentős számú reakció fellépésére. Így a csillagok centrális részének kémiai összetétele változik meg először. Az összetétel változása csak akkor lesz megfigyelhető, ha a csillag külső és belső rétegei között megfelelő keveredés van. A H/He arányban, egyes csillagoktól eltekintve, nem sikerült különbséget kimutatni különböző csillagfajták között, és ezt annak jeléül tekint-hetjük, hogy keveredés csak nagyon kevés csillagnál történik.*

Egy halmaz csillagai egy időben alakulhattak ki és a tömegük szerinti különbség szerint helyezkedtek el a főág mentén. Az erősebben sugárzóknak a H/He arány azonban gyorsabban változik és így ezek aránylag gyorsan változtatják helyüket a HRD-ban. Az ábrában tényleg azt látjuk, hogy az egyes nyílthalmazok HRD-jai a felső részben különböznek erősen egymástól.

Elméletileg ki lehet számítani, hogy különböző tömegű csillagok bizonyos idő alatt milyen utat írnak le a HRD-ban. Úgy képzelhetjük el, hogy egy halmaz csillagai, amint összesűrűsödnek az interstelláris anyagból, egy darabig sötétek, majd gyenge vörös fénnel kezdenek világítani, gravitációs energiájuknak hőenergiává való átalakulása következtében.

A csillag összehúzódásával hőmérséklete emelkedik, és a HRD-ban jobbról közeledik a főág felé. Az összehúzódás megszűnik, ha a csillag belsejében a sűrűség és hőmérséklet elég magas lesz ahhoz, hogy meginduljon a nukleáris energiatermelés. Amíg a kontrakciós folyamat aránylag gyorsan bonyolódik le, addig a tömegtől függően lényegesen több időt töltenek el a csillagok a főág mentén, ahol addig maradnak, amíg elegendő hidrogénjük van az energiatermelésre. Így kiszámították, hogy naptömegnyi csillag kontrakciós fejlődése 500 millió évig tart, míg a főág mentén 10 milliárd évig tud megmaradni. De már hússzor akkora tömeg kontrakciós ideje mindössze félmillió év, és nem sokkal tovább tud megmaradni a főágban sem.

Hoyle és Schwarzschild (Ap. J. Suppl. No. 13. 1955.) kiszámították 1,2 naptömegű csillagok evolúciós útjait a HRD-ban, mégpedig két különböző kémiai összetételre, az I. és II. populáció közt mutatkozó különbségeknek megfelelően. A fémeknek a hidrogénhez való relatív gyakoriságát egyik esetben olyannak vették, mint a Napé, másik esetben 17-szer kisebbnek. A tapasztalatnak megfelelően keveredést nem tételeztek fel. Eredményük szerint a csillagok mindaddig a főág mentén

* A keveredést úgy gondolják, erős tengelyforgás elősegíti.

maradnak, amíg tömegük egy bizonyos kritikus hányadából a hidrogén teljesen elfogy. Amikor a centrum körül egy hidrogénmentes hélium-zóna képződött, a csillag kiterjed és a HRD-ban gyorsan mozogni kezd jobbra, felfelé, a sárga és vörös óriáság tartományába. Nagyobb tömegekre végzett számítások vízszintes pályákat adtak, ugyancsak a vörös óriások irányában.

Ezek a teoretikus számítások teljesen összhangba hozhatók az 52. ábrán bemutatott HR diagramok közti különbségekkel. Minél idősebb egy halmaz, annál kisebb fényességű csillagokra terjed ki a centrum körüli hidrogénhiány és így annál gyengébb csillagok lépnek ki jobbra a főágból. Az a pont, ahol a fényesebb csillagok elhajolnak a főágtól, a halmaz korától függ.

Miután az egyes halmazok főágainak tetején általában kevés csillag szokott lenni, és ezeknek a csillagoknak jobb irányú haladása a HRD-ban annál gyorsabb, minél nagyobb a fényességük, érthető, hogy a főág és az óriások közti részben igen kevés csillag található. Ezt az üres részt *Hertzsprung*-féle űrnek nevezik.

Az elmélet és az 52. ábra HRD-jainak összevetéséből meghatározhatjuk az egyes halmazok hozzávetőleges korát. Így a legújabb számítások szerint a Perseus kettős halmaza 6 millió, a Fiastyúk 60 millió, M11 150 millió, a Hyádok és Praesepe 600 millió, MGC 752 1 milliárd, M67 5 milliárd évesnek adódik. (Ap. J. 129. 2. 1959.)

A nyílthalmazok közül a legkülönösebb M67 HRD-ja. (*Johnson és Sandage*, Ap. J. 121. 616.) A főág, akárcsak a M3 gömbhalmaznál, + 3.5 abszolút magnitudónál kezdődik. A két halmaz kora így megegyezik. Mégis az óriáság a gömbhalmaznál —3, M67-nél 0 abszolút magnitudónál végződik.

Mármost M67-ről sok vita folyt, hogy tulajdonképpen nyílthalmaz vagy gömbhalmaz-e. Alakja gömb, de RR Lyrae csillagot nem találtak benne. Ezek még nem döntő kritériumok. De akár gömbhalmaz, akár nyílthalmaz legyen, annyi különbség van közte és M3 között, hogy M67 a galaktikus korongban van, míg M3 a „halo”-ban. Láttuk már, hogy a gömbhalmazok kémiai összetétele függ attól, hogy a korongban vagy a „halo”-ban vannak-e. Tehát M67, akár a koronghoz tartozó II. populációs gömbhalmaz, akár I. populációs nyílthalmaz, csillagainak fémtartalma közelebb áll a normálishoz, mint M3-é. Tehát amíg M3-ra Hoyle és Schwarzschild számításaiból a 2. modellt kell alkalmazni, M67-re mindenképp az elsőt. És a számítások tényleg azt mutatják, hogy ugyanakkora 5 milliárd évnyi kor mellett a normális fémtartalmú csillagok óriás-ága nem terjedhet túl a zéro abszolút magnitudón, míg a kiséfemtartalmúak elérhetik a —3 magnitudót. Ez már meglepően részletre menő egyezés lenne az elmélettel.

Ilyenkor mindig az szokott történni, hogy a megfigyelések hoznak egy ellenpéldát. És tényleg, nemrég *Burbidge* és *Sandage* meghatározták a M67-hez hasonló szerkezetű nyílthalmaz, az NGC 7789 HRD-ját. (Ap. J. 128. 174. 1958.) Az eredményt sraffozottan berajzoltuk. A főágtól való elszakadási pont lejjebb van, mint a Hyadoknál és Praesepe-nél, de feljebb, mint NGC 752 vagy M67-nél. Az óriáság mégis messze terjed a vörös felé, egész a (-2) magnitudoig. De ami még jobban ellentmond az evolúciós interpretálásnak, a halmazban vannak kék óriások is. (Ezek nem szerepelnek az 52. ábrán.) Ugyanígy valószínűleg M67-ben is van néhány kék óriás. Viszont egyik halmazban sincs interstelláris anyag, úgyhogy csillagképződés interstelláris anyagból ma már nem lehet ezekben a halmazokban.

Meg kell jegyezni, hogy az óriáság zéro magnitudo körüli részébe két különböző úton juthatnak csillagok a főágból. A főág ugyanilyen fényességű helyéről aránylag rövid idő alatt vízszintes irányban és a $+3$ alatti helyéről jobbra felfelé haladó úton, több milliárd év alatt. Erre a helyre tehát különböző korú csillagok kerülhetnek össze különböző halmazból.

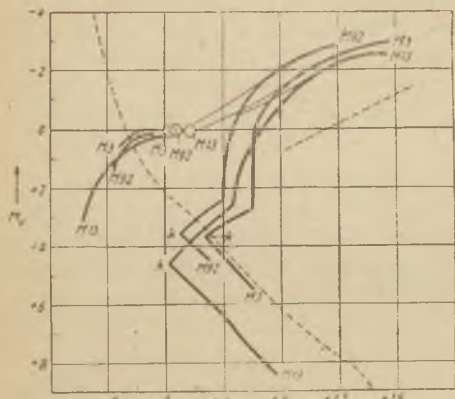
A gömbhalmazok esetében a főágtól való elágazási pont helyzete már nem ad megfelelő korkritériumot, mert a $+3.5$ magnitudónál már 0.3 magnitudo különbség 1 milliárd év korkülönbségnek felel meg. Ezért a HRD-juk fényesebb részében kell kormeghatározást keresni. Mint 53. ábránkon láthatjuk, a gömbhalmazoknak a főágon és óriáságon kívül van egy többé-kevésbé vízszintes águk, a Hertzsprung-űrön keresztül. Ami a legérdekesebb, RR Lyrae változó ezen ágnak csak egy igen szűk színindextartományában fordul elő, és amely gömbhalmazban nincs ilyen változó, ezen a helyen egy csillag sincs.

Ezt az ágot nem tudjuk másként értelmezni, mint hogy olyan csillagokból áll, amelyek fejlődésükben még jobban előrehaladtak, mint az óriáság csillagai, és energiatermelésük már a héliummagok közti reakciókon alapszik. (Salpeter-féle folyamat.) Elméletileg itt már nem tudjuk követni a csillagok fejlődésének útját, inkább empirikus következtetésekkel próbálkozhatunk, éppen a gömbhalmazok HRD-jai alapján, a csillagok fejlődési útjaira. Erről a témáról az 1956. évkönyvben Osváth már részletesen beszámolt és így most csak röviden térünk ki az újabb eredményekre.

Az 53. ábrán különböző gömbhalmazok HRD-ját azon feltevés mellett rajzoltuk egybe, hogy az RR Lyrae-k abszolút magnitudoja minden halmazban ugyanakkora. Mint látjuk, különböző halmazok főágai között meglehetősen nagy eltérések mutatkoznak. Ez csak úgy lehet, hogy a kémiai összetétel halmazról halmazra erősen változik. De ebben az esetben igen kétséges, hogy az RR Lyrae csillagok abszolút fényessége

mindig ugyanaz-e.* Annál is inkább, mert különböző halmazokban igen különböző az RR Lyrae-k periódusgyakorisága. (Lásd: Osváth cikkét.)

Amennyiben a csillagok a vörös óriáságból a gömbhalmazok HRD-jában látható vízszintes ágon fejlődnek tovább jobbról balra, akkor mindegyikük egyszer RR Lyrae változó lesz, és az RR Lyrae-tartományon is ugyanazon irányban haladnak át. Schwarzschild régebbi



53. ábra. Gömbhalmazok sematikus HRD-ja. A diagramok azaz a feltételekkel vannak egymásra rajzolva, hogy az RR Lyrae csillagok abszolút fényessége minden halmazban ugyanaz

fotografikus megfigyelésekből a M3 RR Lyrae csillagaira kimondott összefüggést talált a periódus és színindex között: minél rövidebb a periódus, annál kékebb a csillag. (Harvard Circ. 437. 1940.) Ez azt jelentené, hogy az RR Lyrae állapot hosszú periódussal (1^d körül) kezdődne és a fejlődés folyamán a periódus csökken. A budapesti megfigyelések a M3, M5, M15 és M92 halmazok RR Lyrae csillagairól, valamint a „szabad” RR Lyrae csillagok színindexeiről azonban megcáfolják Schwarzschild eredményeit. Ez egyúttal azt is

kétségesse teszi, hogy a gömbhalmazok HRD-jainak vízszintes ágát fejlődési útnak lehet felfogni.

Az a körülmény, hogy a M3 és M67 ugyanolyan korúnak adódott az elméleti interpretálásból, holott a két halmaz csillagainak kémiai összetétele különböző, kétségesse teszi azt a felfogást is, hogy a csillagképződéshez rendelkezésre álló interstelláris anyag összetétele idővel változik. Inkább az a valószínű, hogy a „halo” és a korong kémiai összetétele kezdetben is különböző. Bár meg kell említeni, hogy az RR Lyrae csillagok abszolút fényességében való bizonytalanság a gömbhalmazok korának meghatározását igen bizonytalaná teszi.

1954-ben e sorok írója felhívta a figyelmet arra az érdekes körülményre, hogy gömbhalmazokban sohasem fordul elő olyan RRa-csillag, amelynek periódusa kisebb lenne 0^d44 -nél, holott a szabad RR Lyrae-k között igen sok RRa-csillag van 0^d31 – 0^d44 periódussal. Pavlovskaja erre vizsgálni kezdte az ilyen periódusú RRa-csillagok kinematikai

* Ha változócsillag valamely paraméteréről beszélünk, mindig a közepes értéket kell érteni.

sajátságát. Kiderült, hogy a 0⁴⁴-nél rövidebb periódusú RRa-csillagok a „korong”-csillagok, a hosszabbak a „halo”-csillagok kinematikai sajátságait mutatják. (IAU. 10. kongr.) Ez arra mutat, hogy a periódus inkább a kémiai összetétel, mint a kor függvénye. Ebben a témakörben rendkívül érdekes eredmények várhatók, ha többet tudunk majd a koronghoz tartozó gömbhalmazok HRD-jairól, mert eddig csak a Tejút síkjától messzebb levőként határozták meg kielégítő pontossággal.* Igen érdekes, hogy *Arp* eredményei szerint a gömbhalmazok eddig meghatározott 8 HRD-ja egy sorozatba osztható:

M53, M13, M10, M2, M92, M15, M5, M3

sorrendben, a vízszintes ágnak az RR Lyrae-lyuktól jobbra és balra eső részének betöltöttsége szerint. Az előlállóknál az ág kék vége van erősen betöltve, míg M3-nál a kék és vörös oldal egyformán. A fenti sorrendben az óriáság mindinkább eltolódik a vörös felé, azonkívül a halmazokban levő RR Lyrae változók közepes periódusa balról jobbra csökken.

Mrs. Burbidge és *Sandage* meghatározták két intergalaktikus gömbhalmaz HRD-ját is. (Ap. J. 127. 527. 1958.) Ezek közül az egyik kétszer olyan messze van tőlünk, mint a Magellán-felhők. Ez a fenti sorozatban még messze M3 után következne, mert a horizontális ág kék vége teljesen hiányzik.

Ami a legfeltűnőbb, mindkét halmaz rendkívül nagy, átmérőjük 90, ill. 83 parszek. Többen már régebben kimutatták, hogy a Tejútrendszer gömbhalmazainak átmérői annál nagyobbak, minél messzebb vannak a galaktikus centruntól. A Tejútrendszer centrumának közelében, úgy látszik, az árapályerők elég nagyok ahhoz, hogy a gömbhalmaz szélén levő csillagok lassan kidiffundáljanak a halmazból.

A nyílthalmazoknál feltűnő, hogy milliárd évnél nagyobb korra jellemző HRD-ot csak igen sok csillagot tartalmazó s kinézésre a gömbhalmazokhoz hasonlókra találunk, mint amilyen M67.** Ez arra mutat, hogy a nyílthalmazok egymilliárd évnél rövidebb idő alatt szétoszlanak. A halmazok szétoszlását régebben részben a Tejútrendszer csillagaival való találkozások, részben a halmaz csillagai között való találkozások következményeiként magyarázták. *Chandrasekhar* ilyen irányú számításai azonban túl hosszú időkre vezettek. (Ap. J. 98. 54.) Úgy látszik, *Spitzer*-nek sikerült megtalálni a megfelelő okot az interstelláris felhőkkel való találkozásokban. (Ap. J. 127. 17. 1958.) Ez 30-szor gyorsabb

* Az egyetlen „korong” gömbhalmaz, melynek ismerjük HRD-ját, NGC 6838 (*Cuffey*, Ap. J. 98. 49. 1945. és *W. Becker* Zf. Ap. 31. 107. 1951.), de a megfigyelések nem eléggé pontosak.

** A nagyobb gömbhalmazok tömegét 300 ezer naptömegre becsülik.

szétoszlást eredményez, mint a csillagokkal való találkozás. Számításai szerint a Plejádok egymilliárd év alatt oszlanak fel, míg M67 elég sűrű ahhoz, hogy 5 milliárd évig fennmaradjon.

Lényeges haladást akkor várhatunk a HR-diagramok interpretálása terén, ha a vizsgálatokat az extragalaxisokban levő halmazokra is ki tudjuk terjeszteni. Jelenleg *Arp* a Kis Magellán-felhő halmazait vizsgálja. Máris több meglepő eredmény adódott. (A. J. 63. 273. és előadás az IAU 10-ik konf.) Az NGC 419 gömbhalmaz HRD-jában pl. nincs horizontális ág, a legfényesebb óriások pedig vörösebbek, mint a Tejútrendszer gömbhalmazainak HRD-jában. Ilyen különben magának a felhő nagy részének HRD-ja. Ami azonban a legmeglepőbb, az ún. kék gömbhalmazok fellépése, amilyenhez semmi hasonló sincs a Tejútrendszerben. Az NGC 330 és 458 halmazokban levő kék óriások sokkal kékebbek, mint a Perseus kettőshalmaz kék óriásai!

Különös az is, hogy a Magellán-felhőkben a szuper-óriások az F8—G5 színképtartományban a legfényesebbek. Amíg az O-csillagok legfényesebbje „csak” (—7) vizuális abszolút magnitúdójú, innen a későbbi színképek felé haladva a szuper-óriások fényessége nő és az F8—G5 színképek között némelyiküké eléri a (—10) magnitúdót! (M. N. 116. 587. 1957.) Ezek már nem is szuper-óriások, hanem szuper-szuperóriások!

Azt hiszem, mindinkább arra a következtetésre kell jutnunk, hogy a kémiai összetétel erősen különbözhet a galaxisok, — sőt egyes galaxisokon belüli halmazok csillagai között is. Sőt, az sem lehetetlen, hogy a csillagok belsejének kémiai összetétele lényegesen különbözhet a megfigyelések számára egyedül hozzáférhető légkörétől.

A HRD-ok interpretációjánál azt is meg kell gondolni, hogy a Russell—Vogt-tétel gömb alakú csillagokra vonatkozik, és nem számol a csillagok mágneses terével sem. Ha a csillagoknak erős tengelyforgása vagy erős mágneses tere van, a HRD-ban való helyzetük lényegesen különbözhet a normális csillagokétól.

Ami pedig a fejlődési utakat illeti, meg kell gondolnunk, mennyiben valósul meg a tömeg közeli állandósága a csillagok fejlődése folyamán. Ha a csillag minden hidrogénja héliummá alakul, az ezzel járó tömegvesztés kevesebb 1%-nál. De jól megfigyelhetjük, hogy a Napnak van korpuszkuális sugárzása is. Bár ez sem jár nagyobb tömegvesztéssel, mint a sugárzása, de kérdés, nincsenek-e olyan csillagfajták, amelyeknél lényegesen nagyobb az anyagi sugárzás. Tudjuk, hogy jelentős anyagkidobás jár a nova-kitöréssel, anyagkiáramlás figyelhető meg a szoros kettőscsillagoknál, a Wolf—Rayet-csillagoknál, a vörös óriásoknál. Az Alfa Herculisnál a színképi vizsgálatok alapján a tömegvesztéset 2 millió évenként 1 naptömegre becsülik! Jelentős anyagvesztéset szenved a Gamma Cassiopeiae és a Pleione is.

Ezért igen nagy figyelmet kell fordítanunk *Feszenkov* és *Masszjerics* vizsgálatainak, akik igyekeznek számításba venni a csillagok fejlődésében a tömegveszteséget. Minthogy a legtöbb esetben nincs közvetlen megfigyelési lehetőség, ők felteszik, hogy az anyagi sugárzás nő a csillagok fényességével. Ezen feltétel mellett különösen a szuperóriások fejlődési útjaira egészen más görbéknek kapnak a HRD-ban. Hiszen ha a tömeg jelentősen csökken, a csillag eltolódik lefelé, a főág mentén is. (Lásd: A. Zs. Sov. 26. 207., 28. 36. Sternberg Trud 99. 1956., Budapest Mitt. 42. 1957.)

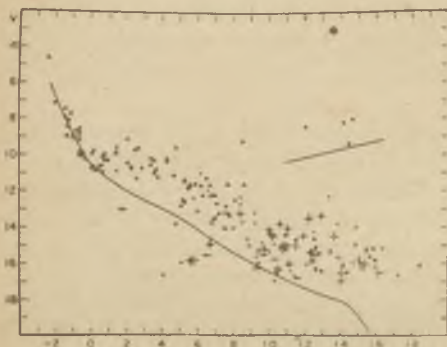
A kettőscsillagoknál fellépő anyagkiáramlások miatt nem valósult meg az a remény, hogy a kettős- és többszörös csillagok különböző tömegű komponenseinek fizikai állapotából következtetni lehetne a csillagok fejlődésére. Úgy gondolták, hogy mivel a komponensek egyszerre keletkeztek, így egyenlő korúak és róluk feltehető az azonos kémiai összetétel is, a nagyobb tömegű komponensnek sokkal előbbrehaladottabbnak kellene lennie a fejlődésben, mint a kisebbnek. Ha azonban a megfigyelési anyagot összehasonlítjuk a jelenlegi fejlődési elgondolásokkal, éppen az ellenkezőjét tapasztaljuk. És ez mégsem jelent ellentmondást! Mert egy kettőscsillag komponense a vörös óriások felé vezető útjában csak addig növekedhet, míg át nem lépi a Roche-féle határt. Ettől a pillanattól kezdve a csillag anyagot veszít, amelyet a kisebb tömegű komponens befoghat. Ez az anyagsere odáig fejlődik, hogy végül is az eredetileg kisebb tömegű és így fejlődésében kevésbé előrehaladott csillag lesz a nagyobb tömegű. Ez az anyagsere egy kettőscsillag életében esetleg többször is kompenzálhatja, sőt megfordíthatja a komponensek evolúciós fejlettségét.

A csillagok korpuszkuláris sugárzása miatt boálló anyagveszteség mellett arra is kell gondolnunk, hogy a csillagok állandóan befoghatnak interstelláris anyagot és ezzel növelhetik tömegüket. Végeredményben jelenlegi felfogásunk szerint az egész csillagtömeg interstelláris anyagból kondenzálódott. De amilyen bizonytalanok ismereteink erről az összeállási folyamatról, éppen úgy nem lehetett eldönteni, hogy a csillag fejlődésében mennyi szerepet játszik a későbbi anyagbefogás. Általában ennek hatását jelentéktelennek gondolják. (G. R. Burbidge és E. Marg. *Burbidge: Stellar Evolution*. p. 238—41. Handb. d. Ph. 51.)

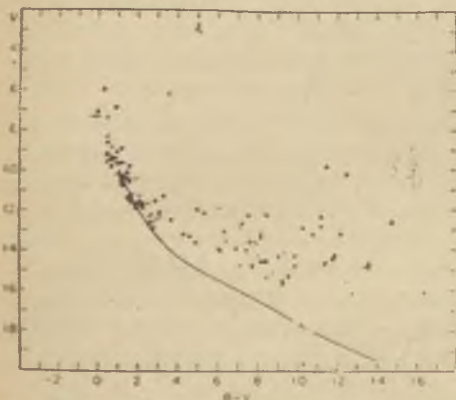
Kialakulásban levő csillaghalmazok

Említettük, hogy a nyílt csillaghalmazok aránylag rövid idő alatt szétbomlanak, a nagy interstelláris gázfelhőkkel való találkozások folyamán. Kérdés, hogy vannak-e most kialakulóban levő csillaghalmazok, vagy legalább olyan halmazok, amelyek még fiatalabbak, mint amelyeknek HRD-jait az 52. ábrán ábráztuk?

Salpeter még 1953-ban felhívta a figyelmet arra (Symp. Astrophysics. Ann Arbor), hogy ilyen halmazok HRD-jának tanulmányozásából eldönthetjük azt a hipotézist, hogy a csillagok az interstelláris anyagból kontrahálódva fejlődnek a főágig. Ugyanis a nagyobb tömegű csillagok gyorsabban kontrahálódnak, tehát egy kialakulóban levő halmazban ezek érik el először a főágot. Egy fiatal halmaz HRD-jában tehát a főág a halmaz korától függően egy bizonyos abszolút fényességnél véget ér, míg azok a csillagok, amelyek majd később a főág folytatásába kerülnek, még összehúzódznak és mint vörös csillagokat figyelhetjük meg őket. Ilyen fiatal csillagokat csak az ég olyan helyein kereshetünk, ahol igen sok interstelláris anyag van. Először Parenago mutatta ki (A. Zs. Sovj. 30. 249. 1953.), hogy az Orion-ködben levő csillagok HRD-ja megfelel Salpeter elgondolásának. Majd Walker fotoelektromos megfigyelésekkel meghatározta a szintén sűrű ködben levő NGC 2264 és M8 nyílthalmazok HRD-ját. (Ap. J. 125. 66. 1957., Ap. J. Suppl. 2. 365. 1958.)



54. ábra. NGC 2264 HRD-ja Walker megfigyelései szerint. Pontok fotoelektromos körök fotografikus megfigyeléseket ábrázolnak. T Tauri-változócsillagok a körön vagy ponton áthúzott függőleges vonallal, fényes H alfa vonalú csillagok vízszintes vonallal vannak megjelölve. A kihúzott vonal a napkörnyéki csillagok főágát jelöli.



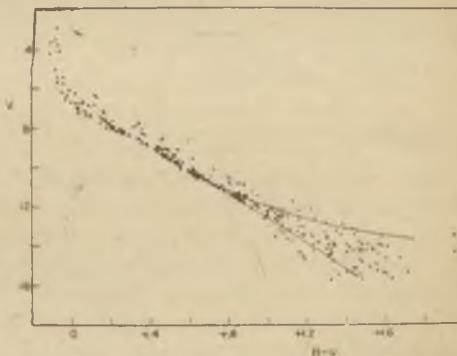
55. ábra. M8 HRD-ja Walker szerint. A jelölés ugyanaz, mint az 54. ábrán.

Mint az 54. és 55. ábrán láthatjuk, mindkét halmaz HRD-jában van egy főág-menti rész, és pedig az O5–AO típusú csillagoknak megfelelő tartományban. De a főág AO-nál hirtelen megszűnik és a többi csillag túlnyomó része a főág és óriás-ág között van. Ezek lennének tehát a még gravitációs összehúzódáson átmenő csillagok, amelyekben még nem kezdődhet-

tek meg a nukleáris reakciók. Különben M8-ban igen sok olyan csillagot találtak, amelyek csak infravörös fényben sugároznak.

Különösen az NGC 2264-ben ezen csillagok között igen sok T Tauri-típusú változó van. Ezek teljesen szabálytalan fényingadozásokat mutatnak, sokszor gyors egymásutánban. Spektrumukban fényes vonalak is vannak. Joy vette észre először, hogy az abszorpciós vonalakat gyakran az egész színképre kiterjedő emisszió mossa el, és a csillagok fényváltozása ezen emisszió ingadozásával függ össze. Több T Tauri csillag, köztük maga T Tauri is, kicsi üstökös alakú köddel van összeköttetésben. Ezek fénye erősen polarizált, és így a fényük valószínűleg ún. szinkrotron sugárzás: mágneses térben gyorsuló elektronok sugárzása. Minthogy a T Tauri csillagok mindig sűrű ködökben találhatóak, több ködben együtt az O és B csillagokkal, ezért fiatal égitesteknek tekintjük őket. Ezt bizonyítja az is, hogy *Hunger* igen erős Li 6707 Å vonalat talált T Tauri színeképében.

Sandage összehasonlította a kontrakciós elméletet Walker megfigyeléseivel. A HRD-okat csak úgy lehet teljesen megmagyarázni, ha feltesszük, hogy a kistömegű csillagok sokkal előbb, vagy 200 millió évvel korábban kezdtek meg kontrakciójukat, míg a legnagyobb tömegűek legfeljebb 3 millió évvel ezelőtt.



56. ábra. A Fiastyúk HRD-ja, *Johnson és Mitchell* (*Ap. J.* 128. 36.) megfigyelései szerint

Tulajdonképpen csak így lehet megérteni egyáltalán minden olyan nyílthalmaz HRD-ját, amelyben hosszú főág van jelenleg. Mert ha a legkülönbözőbb tömegű csillagok egyszerre kezdik kontrakciójukat, akkor amire a kistömegű csillagok eléri a főágot, a fényesebbeknek már régen el kellett hagyniuk azt jobbfelé, a nukleáris fejlődésük folyamán. Ha elég gyenge csillagokig megyünk le, akkor még nem egészen fiatal halmazokban is kell találnunk kistömegű kontraháló csillagokat.

Johnson és Mitchell a 16. vizuális fényrendig határozták meg a Fiastyúk csillagainak HRD-ját és tényleg 12 magnitúdó alatt a főág jobbra erősen kiszélesedik. (*Ap. J.* 128. 31. 1958.; lásd az 56. ábrát.) A főágtól jobbra levő csillagok közül több fényingadozásokat mutat.

Ezzel szemben semmi spektroszkópiai megfigyelési tény nincs

arra, hogy ezekben a fiatal csillagokban az anyag befelé esik. Sőt, *Sanford* spektroszkópiai megfigyelései szerint (PASP 59. 134.) a T Tauri csillagok emissziós vonalai az ibolya felé vannak eltolódva, az abszorbeióhoz képest és ez azt jelenti, hogy a felső lég rétegek emelkednek! Az abszorbeió vonalak különben igen elmosódottak és szélesek, és ez gyors rotációra vall. Lehet, hogy emiatt dob ki a csillag időnként anyagot magából.

Általában igen nehéz megérteni elméletileg, hogyan indul meg az interstelláris gáz összesűrűsödése csillagokba. Kielégítő elmélet nincs. Ellentmondásba keveredik az összesűrűsödési hipotézis az impulzus tétellel is. Ha valamely csillag pl. egy 2 parszek átmérőjű interstelláris ködből kezd kialakulni, akkor a ködnek a galaktikai rotációból származó impulzus-momentuma, mondjuk 5 napátmérőre való összezsugorodás után, a felületen 10^7 km/mperc rotációs sebességre vezetne. Ellentmondás azonban nem áll fenn, ha többszörös rendszer keletkezik. Ezt talán némi bizonyítéknak tekinthetjük arra, hogy általában kettős- vagy többszörös csillagok, vagy bolygórendszerek alakulnak ki az interstelláris felhőkből.

A Herbig—Haro objektumok

1951-ben a nagy Orion-köd közelében *Haro* a tonantzintjai obszervatóriumában, majd *Herbig* más ködök környékén igen kicsi ködöket talált, amelyek mindegyike egy vagy több csillagszerű magot tartalmaz. A legnagyobb is csak $15''$ átmérőjű, a legkisebb csillagszerű folt csupán, de a színképük igen jellemző. Fényes H és tiltott OI, OII és SII vonalakból áll, gyenge kontinuummal. Eddig mindössze 15 ilyen égitestet ismernek és mindegyikük nagy sötét és fényes interstelláris felhőben van. (Ap. J. 113. 697., 115. 572., 117. 73.; Can. AJ. 46. 222.) Ugyan-ezek a tiltott vonalak találhatók a T Tauri körüli ködökben is. Ezért *Ambarcumjan* úgy gondolja, hogy a T Tauri csillagok a Herbig—Haro objektumokból fejlődnek ki. (Bjur. S. 13.)

Mindenesetre úgy látszik, hogy a Herbig—Haro objektumok folyamatos színképe és nem tiltott vonalai valami csillagszerű magtól erednek, míg a tiltott vonalak egy kis sűrűségű burkolatban. A T Taurinál is az a vidék, amelyben a tiltott vonalak erednek, ködszerű héjként veszi körül a csillagot, néhány szögmásodperc átmérővel.

Az Orionban levő egyik ilyen objektumban *Herbig* 1954-ben két csillagszerű magot talált, amelyek nem látszóttak az 1946—47-ben készült felvételeken. Először változócsillagra gondolt, de az új objektumok azóta semmi változást nem mutattak. Egy 1953-ból származó fényképen, amelynek azonban a szélén van az égnek ez a része, az egyik objektum már olyan fényes, mint 1954-ben, a másik is látszik, de sokkal gyengébben, mint egy évvel később.

Herbignek ez a megfigyelése nagy rejtély elé állít bennünket. Lehet, hogy itt tényleg egy gyors evolúciós folyamatot látunk, de akkor ez azt jelentené, hogy a gravitációs kontrakciónál sokkal hatásosabb fizikai processzusok játszanak szerepet a csillagok kialakulásában.

Csillagasszociációk

Már régóta ismeretes volt, hogy az O és B csillagok nem oszlanak el egyenletesen a Tejút síkja mentén, hanem kisebb-nagyobb csoportosulásokat alkotnak. Először *Ambarcumjan* használta fel 1949-ben ezt a megfigyelési tényt kozmogóniai következtetésekre (A. Zs. Sov. 26. 3.) és hozta be ezen csoportok megjelölésére az asszociáció elnevezést.

Ambarcumjan kimutatta, hogy az asszociációban a csillagsűrűség nem elegendő az asszociáció dinamikai stabilitásához. Amíg a csillaghalmazok sok százmillió évig fenn tudnak maradni, az asszociációk már néhány millió év alatt szétbomlanak. Tehát már az a pusztán megfigyelés, hogy asszociációk vannak, arra mutat, hogy ilyen asszociációk ma is keletkeznek. Egyúttal dinamikai bizonyítékot is nyerünk arra, hogy az O és B csillagok aránylag fiatal csillagok.

Ambarcumjan feltételezte, hogy asszociációk egyetlen nagy égitest, ún. protocsillag szétrobbanásából keletkeznek. Ebben az esetben az asszociáció csillagai a kiindulási hely körül expandáló csillagcsoportot alkotnak és ha meghatározzuk az expanzió sebességét, meg lehet határozni az asszociáció korát. Néhány évvel később *Blaauw* holland csillagász sajátmozgások alapján bebizonyítani vélte, hogy a Cassiopeia—Taurus, a Zéta Persei és a Lacerta O—B asszociáció tényleg expandál és az asszociációk, vele együtt a bennük levő csillagok korára néhány millió évet kapott. (Ap. J. 123. 408., 1956; BAN 433. 1952; *Morgan*-nal közösen: Ap. J. 117. 256. 1950.) A bjurakáni csillagdában kevéssel később kimutatták, hogy a T Tauri csillagok is asszociációkban lépnek fel. *Kholopov* legújabb munkájában 29 ilyen ún. T-asszociációt sorol fel (A. Zs. Sov. 36. 295.).

Mint hogy protocsillagnak tekinthető nagytömegű égitestet még nem sikerült kimutatni, megpróbálkoztak az asszociációk expanziójának és a benne levő csillagok keletkezésének más magyarázatával. *Oort* (Die Naturw. 41. 73. 1954.) abból indult ki, hogy csillagtömegnyi gázfelhők nem tudnak csillaggá kontrahálódni, mert a Tejút gázfelhőinek hőmérséklete 100° K körül van. Gázrészecskéinek ebből eredő kinetikus energiája csak több ezer naptömegnyi felhő gravitációs kontrakcióját engedi meg. Ilyenek összesűrűsödéséből viszont csillaghalmazok keletkezhetnek. Ha egy nagytömegű O csillag már kialakult, akkor ez a környező interstelláris anyagban gyökeres változásokat okoz. A csillag óriási sugárzása ionizálja a környező gázfelhőket és

azok hőmérséklete 10—20 ezer fokra nő. A távolabbi már nem ionizált gázfelhők a belső ionizált részekről eredő nagy nyomástól komprimálódnak. Az ezzel járó gyors sűrűségnövekedés elősegíti új csillagok keletkezését. Minthogy az összenyomott felhők nagy sebességgel kifelé lökődnek, a bennük keletkező csillagok expandáló csoportot (asszociációt) fognak alkotni. (BAN 12. 177. 1954.)

Blauw felhívta a figyelmet 3 O—B típusú csillagra, amelyeknek rendkívül nagy a térsebességük, holott az ilyen csillagok térsebessége általában kicsi. Így az AE Aurigae O 9,5 V típusú csillag térsebessége 128 km/mp, a Columbae BO V csillagé 127 km/mp. De még érdekesebb, hogy mindkét csillag mozgását visszafelé számítva pontosan az Orion-asszociáció közepében az ún. Trapéz-halmazban metszik egymást. Később ugyanezt kapták még az 53 Arietis-re. Eszerint ezeket a csillagokat tényleg valami robbanás dobta ki az Orion-halmazból, mint a sebességekből kiszámítható, 2,4 millió évvel ezelőtt.

Minthogy protocsillagot nem ismerünk, de a szupernova folyamat robbanásként fogható fel, *Öpik* feltételezte, hogy legalábbis az Orion-asszociáció szupernova robbanás eredménye. (Irish A. J. 12. 179. 1954.) A szupernova kiterjedő burka összenyomja maga előtt az interstelláris anyagot és amint a burok tömege az interstelláris gázból növekszik, sebessége a hozzácsatlakozó tömeg arányában csökken. Amire a sebesség néhány km/mp-re lecsökken, az expandáló burok tömege már több ezer naptömeget is elérhet és kondenzációjából egész halmaz keletkezhet. Minthogy a keletkező csillagra minden időben a burok sebességét kapjuk, a szupernova kitörés centrumából expandáló csillagcsoport keletkezik. Támogatja *Öpik* felfogását, hogy a trapéz körül egy nagy elliptikus emissziós köd van. A Harvard-csillagda rádiótávcsövével végzett megfigyelések szerint a gyűrűn belül több mint 100 000 naptömegnyi hidrogén-gáz van és a gyűrű külső burka 10 km/mp sebességgel expandál. Ha a kezdeti expanzió a gyűrű közepéből ered, a gyűrű korára 2,4 millió évet kapunk, éppen annyit, mint az említett három csillag kiindulási idejére és hozzá még a gyűrű közepe egybeesik a csillagok kiindulási helyével. (Ap. J. 127. 28.)

Csak hogy a gyűrűn belül is vannak O—B csillagok és ezek nem expandálnak, pedig a kitörés alkalmával keletkezett csillagok sebességének nagyobbnak kellene lenni, mint amekkora a gyűrű sebessége most.

Petrie nemrég újra vizsgálta a Cassiopeia—Taurus asszociáció expanzióját (M N 118. 80. 1958.). Az új radiális sebesség-adatok nem mutatnak semmiféle expanziót. Az asszociáció csak egy kis B csillagcsoportosulás, teljesen rendszertelen mozgásokkal. *Woolley* és *Eggen* a Lacerta-asszociáció expandálását vizsgálta felül radiális sebességek alapján. (Obs. 78. 149. 1958.) Az eredmény: az asszociáció inkább össze-

zsugorodik, de semmi esetre sem expandál! Blaauw és Morgan ellenkező eredményét a sajátmozgások szisztematikus hibái okozták.

Véleményem szerint ezen ellentmondó eredményeket és az egész asszociáció-problémát a következőképp oldhatjuk meg. A csillagok keletkezése az interstelláris gázfelhőknek csak nagy sűrűségű helyein lehetséges. Pusztán ez már maga után vonja, hogy a csillagok csoportosan keletkeznek. Ha a csillagkeletkezés valószínűsége a sűrűségnek valami magasabb hatványával arányos, akkor a keletkező csillagok eloszlása egyszerűen kontrasztosabb képe az interstelláris anyagok mindenkori sűrűségeloszlásának. Hosszú idő alatt persze ezek a csoportosulások széteszanak, de minthogy a csillagok nem egy pontból indultak ki, nem lehet dinamikai módszerekkel kort meghatározni a mozgásokból. Kivételek az olyan esetek, ahol a csillagképződésre alkalmas felhőrészlet egész kis térrészre korlátozódik. Ilyen lehet az Orionban a Trapéz-köd és Trapéz-halmaz. Az itt keletkező csillagok, amint saját sebességükkel eltávolodnak születési helyüktől, tényleg egy pontból expandáló csillagcsoportot alkotnak, és a mozgásuk alapján kort is lehet meghatározni. *Strand* legújabb vizsgálata sajátmozgások alapján a halmaz korára mindössze 300 000 évet kapott (*Ap. J.* 128. 14.). De ez a környék nemcsak a Trapéz-halmazt produkálta, hanem régebben is születtek benne csillagok, mint az AE Aur, egy időben a jelenlegi ellipszis alakú köddel, majd később nagyobb területen az Orion-asszociáció.

Ez a környék valóságos szülőhelye a csillagoknak. Ez arra figyelmeztet bennünket, hogy a csillagkeletkezés megoldását ne a gravitációs kontrakcióban keressük, hanem a plazma-fizika eredményeit próbáljuk meg a jövőben alkalmazni erre a problémára. Akkor talán a Herbig-féle két furcsa égitest megjelenése sem lesz számunkra olyan rejtélyes, mintha kitartunk a régi elgondolások mellett.

FÖLDES ISTVÁN:

A DWINGELOOI 25 MÉTERES PARABOLIKUS RÁDIÓTELESZKÓP

A dwingelooi rádióteleszkóp létesítésének idején a legnagyobb méretű paraboloid-teleszkóp volt. Bár azóta ebben a kategóriában még nagyobb műszereket is konstruáltak, az ilyen berendezések elkészítésével és felszerelésével kapcsolatban felmerülő nehézségek és a problémák megoldásának lehetőségei lényegileg ugyanazok, mint a dwingelooi teleszkóp esetében voltak; ezért tanulságos és hasznos lesz a hollandi technika ezen remekművének részletes leírásával megismernünk, mely annyiival inkább is megérdemli, hogy beható tanulmányozás tárgya legyen, mivel több mint három esztendő óta szakadatlanul üzemben van, és ezen idő folyamán nem fordult elő egyetlen komolyabb üzemzavar sem.

Az elhelyezés. Nagy gondot okozott már egy, a teleszkóp felállítására alkalmas helynek a kijelölése is. Először a Hollandiát észak felől szegélyező friz-szigetek valamelyikét vélték erre a célra a legalkalmasabbnak, mivel e szigeteken nincs gépkocsiforgalom. Mindamellett mégsem alkalmasak egy nagyméretű paraboloid-teleszkóp felállítására, mert ott az évnek kb. 15%-án keresztül olyan erős (10 m/sec-nél nagyobb sebességű) szél fúj, hogy annak a paraboloidrácsra gyakorolt nyomásával szemben a teleszkóp mozgatórendszere nem tud kielégítően működni. Ezért inkább az ország keleti részén, Drente tartományban fekvő Dwingeloo falu mellett döntöttek, melynek környékén a szél miatt az időnek mindössze csak 5%-a hasznosíthatatlan; a műszer a falutól kb. 3 km távolságra van felállítva, egy fenyőerdő szélén; a teleszkópnak kb. 2 km-es környezete az autók számára le van zárva.

A torony és annak talpazata. A teleszkóp egy 15 m magas, konvencionális szerkezetű ráctoronyra van felszerelve, melynek nyaka a szokásos módon előrehajlik, hogy a teleszkópot pontosan függőleges helyzetbe is lehessen hozni. Ettől eltekintve a tornyot úgy tervezték meg, hogy a lehető legnagyobb merevség biztosítva legyen. Azonkívül a torony tervezésénél arra is ügyeltek, hogy az egész konstrukció tömegközéppontja annak centrális tengelyébe essék, minek következtében a súly szimmetrikusan oszlik el azon négy kerék között, melyek a torony négyzet alakú

alapjának sarkaiban vannak felszerelve és egy 16 m átmérőjű kör alakú sínen gördülnek. A teleszkóp és a torony súlyának azonban csupán egy része esik erre a négy kerékre, mert a talpazat, melynek szélére van a cirkuláris sín felszerelve, kúp alakúra van kiképezve, melynek csúcsa alulról alátámasztja a torony aljának közepére szerelt orsót, átvéve ilyen módon az egész berendezés súlyából 53 tonnát; ezáltal a kerekek gördülési súrlódása jelentősen csökkentve van, másrészt a kerekekre eső 60 tonna súly még elegendő a stabilitás biztosítására. A torony alsó részébe van beépítve az a házikó, melyben a mozgató mechanizmus



47. ábra. A dwingelooi rádiócsillagászati állomás teljes látképe a napfizikai célokat szolgáló két 8 méteres „Würzburg” radarral együtt.

és az egész elektronikus berendezés el van helyezve, a megfigyelő dolgozószobája mellett, melynek egyik fala mentén vannak felállítva a teleszkóp beállítására szolgáló berendezések és az automatikus regisztráló készülékek.

A reflektor. A visszaverőfelületet egy 1,5 mm átmérőjű acéldrótból készült háló alkotja, melynek szemei 15 mm szélesek. Ennek a dróthálónak háromszög alakú acélkeretekre borított darabjai képezik azokat a sík felületelemeket, melyeknek összefüggő rendszere helyettesíti az ideális paraboloid-visszaverőfelületet; az egész visszaverőfelület 1464

ilyen háromszög alakú sík részből tevődik össze, melyeknek oldalai kb. 0,90 m méretűek. Ez a poliéder a paraboloidfelületet elegendő pontossággal approximálja ahhoz, hogy paraboloid-tengelyével párhuzamosan érkező 21 cm hullámhosszú sugarakat a paraboloid fókuszában gyűjtse össze. Az említett háromszögek keretei a reflektor mérev tartóvázára vannak erősítve, mely egy vízszintes tengely körül forgatható; mivel pedig az egész berendezés a vízszintes cirkuláris sínen gördülhet, illetve az orsó függőleges tengelye körül foroghat, ez azt jelenti, hogy a reflektor azimutális szerelésű.

A szerelés. Bizonyos tapasztalatok alapján a dwingelooi teleszkóp megtervezésének idején az a nézet volt elterjedve, hogy az ekvatoriális szerelés ilyen nagyméretű teleszkópok esetében nem alkalmazható azon meg nem engedhető deformációk miatt, melyek a terhet viselő rácsszerkezetekben különböző helyzetekben fellépnek; ezért választották az azimutális szerelést, mely természetesen egy automatikus koordinátatranszformátor, az ún. pilóta alkalmazását teszi szükségessé. Újabban azonban épült már Amerikában egy, a dwingelooihoz hasonló méretű rádióteleszkóp ekvatoriális szereléssel is.

Az anyag. Nyilvánvaló, hogy kívánatos az egész teleszkópot a tartóvázzal együtt egy és ugyanazon anyagból készíteni, mivel kétféle anyag alkalmazása esetén a kétféle hőtágulási együttható súlyos zavarokat idézhet elő. Egységes anyag gyanánt az acélt választották; ugyanakkora megengedett deformáció mellett a tiszta alumíniumszerkezet súlya ugyanakkora lett volna, mint a tiszta acélszerkezeté, mivel a két anyag fajsúlyai úgy aránylanak egymáshoz, mint hajlítási rugalmassági modulusaik. Az alumínium ára azonban annyira felülmúlja az acélét, hogy ez utóbbi magas karbantartási költségeinek ellenére mégis az acélszerkezet mellett döntöttek. Mivel a toronynak masszívnak és nehéznek kell lennie, ennek anyagaként az alumínium amúgy sem jöhetett tekintetbe.

Az antennárboc. Az antenna a visszaverőfelület fókuszában egy árbocra van felszerelve, 12,5 m távolságra a paraboloid csúcsától. Különböző típusú antennák szerelhetők az árbocra, de ezek valamennyien többféle követelményt tartoznak kielégíteni. Az antennának a reflektor semmilyen helyzetében és napsütés idején sem szabad a fókuszából 10 mm-nél messzebbre kimozdulnia, azonkívül az árboc külső végének könnyen elérhetőnek kell lennie, hogy az antennák rája felszerelhetők legyenek. Az árboc egy keskeny alumíniumcsőből áll, melyet három 5 mm átmérőjű, erősen nyújtható acélfonal tart meg a paraboloid tengelyében. Vízszintes helyzetben az árboc saját súlya következtében mégis deformálódik, lefelé elhajlik úgy, hogy a végén levő antenna kimozdul a kívánt helyzetéből; hogy a kimozdulás a megengedett határo-

kon belül maradjon, a fonalak nem az árboc végéhez vannak erősítve, hanem annál valamivel beljebb, minek következtében a közepén viszonylag erősen lefelé kihajló árboc vége kissé megemelkedik, ami kompenzálja az árboznak mint egésznek lefelé való elhajlását és a felülről tartó fonal megnyúlását, úgyhogy az antenna a fókuszban marad. Abból a célból, hogy ez a kompenzáció különböző súlyú antennák esetében is megvalósítható legyen, az árboc még egy mozgatható súllyal is fel van szerelve.

A koordinátatranszformátor. Hogy a „pilóta” működését megérthessük, képzeljünk el két koncentrikus gömböt, melyek mind a ketten két egymásra merőleges és a közös középpontra illeszkedő tengely körül minden irányba elforgathatók, úgy mint a Cardano-féle felfüggesztésnél. Tegyük fel, hogy az első gömb a világtengellyel párhuzamos, és egy erre merőleges tengely, a második gömb pedig a függőleges és egy erre merőleges tengely körül forgatható. Világos, hogy ha bármelyik gömb egyenlítőjének (az első gömb esetében a világtengelyre, a második gömb esetében pedig a függőleges tengelyre merőleges sík által kimetszett legnagyobb körnek) valamely rögzített pontján és a gömbök középpontján áthaladó sugárnak akármilyen irányítást adhatunk; ezt az irányt aztán két koordinátával jellemezhetjük, és pedig

az első gömb esetében (egy órágép alkalmazása mellett) a rektaszceenziával és a deklinációval, a második gömb esetében pedig az azimuttal és a magassággal, melyeknek értékei a gömb helyzetéből megállapíthatók. Ha most gondoskodunk arról, hogy az egyik, illetve a másik gömbhöz tartozó sugár egymással állandóan egybeessenek, ami elérhető azáltal,



58. ábra. Az állomás 25 méteres rádióteleszkópja

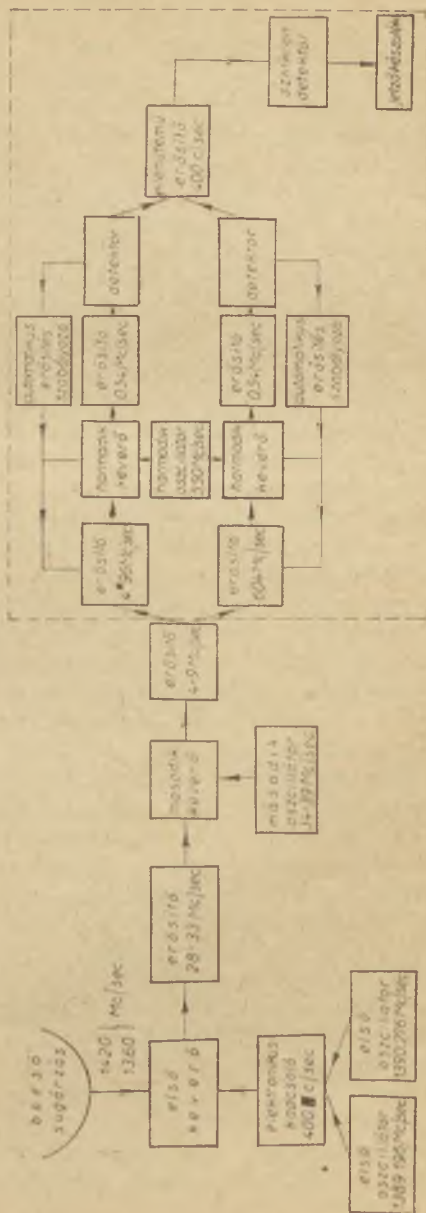
hogy a két sugarat egy és ugyanazon rúddal realizáljuk, akkor egy tetszőleges, a rektaszccenzióval és a deklinációval meghatározott irányba állítva be a rudat az első gömbnek ezen koordinátáknak megfelelő elforgatásai által, a második gömb ezt követni kénytelen és ennek folytán megadja a kérdéses irányhoz tartozó azimut és magasság értékeit. A második gömb a teleszkópnak egy modellje, az imént említett rúd pedig a vizsgált égitestből érkező sugarak pályáját reprezentálja; maga a pilóta nem egyéb, mint az imént leírt, két egymással összekapcsolt koncentrikus gömbből álló szerkezet, mely a teleszkóp megkívánt orientációját minden pillanatban mechanikus úton valósítja meg a modellen. Magától értetődően nem szükséges, hogy ebben a szerkezetben az egyik tengely tényleg függőleges, egy másik tengely pedig a világtengellyel párhuzamos legyen, csak ezen tengelyek viszonylagos helyzete, vagyis egymáshoz való hajlásszögük nagysága a lényeges; továbbá a pilóta előző leírásában szereplő gömbök a valóságban abroncsokra vannak redukálva, melyek a tengelyek és a megfigyelt égitest látóirányát reprezentáló rúd közti kapcsolatot létesítik. A pilóta (az első gömb) forgatását egy szinkron motor végzi, az azimutnak és a magasságnak a pilóta által előállított azon értékeit, melyek a teleszkóp egy tetszőleges kívánt, a rektaszccenzió és a deklináció hozzátartozó értékeivel meghatározott irányának felelnek meg, elektromos úton igen érzékeny szinkro-berendezések viszik át a pilótáról a teleszkópra. Amikor csak a magasság változik, akkor természetesen csupán a reflektor fordul el a tartóvázzal a torony tetejének előrehajló részén levő vízszintes tengely körül, az azimut megváltozása alkalmával azonban az egész torony maga is gördül négy kerekén a cirkuláris sínen, a megfigyelő munkahelyiségével együtt elfordulva egy függőleges tengely körül.

A pilóta, a magasszínvonalú precíziós munkának ez a remeke, a rotterdami Metaalbedrijf Rademakers N. V. cég műve; ugyanez a cég látta el pilótával a németországi Eifel-hegységben, a Stockert hegyen elhelyezett, ugyancsak 25 méteres rádióteleszkópot is, mely szintén azimutális szerelésű, amelynek felállítása azonban annyiban különbözik a dwingelooi teleszkópétól, hogy ott a tartótorony egy gúla alakú betonépítmény, mely mereven van a talajhoz rögzítve. Stabilitási megfontolások alapján a hollandi megoldás sokkal megbízhatóbbnak látszik, és ezt igazolja a két konstrukció eddigi üzemzavar-statisztikájának összehasonlítása is.

A vevőberendezés. A dwingelooi 25 méteres rádióteleszkóp vevőberendezését a 21 cm-es hullámhossz környezetében végzendő vizsgálatok céljára tervezték meg; ismeretes, hogy ezen hullámhossznál egy színkép-vonal van, melyet az interstelláris tér hidrogénfelhőinek atomjai sugároznak. Ez a sugárzás, mely zörej jellegű (vagyis intenzitása az időben szabálytalanul változik), rendkívül gyenge és ezért különleges

eljárásokra van szükség, hogy megkülönböztethető legyen a vevő sokkal erősebb belső zörejaitól; az átlagos (az időre vonatkozólag közepelt) intenzitás maximuma 21,1 cm-re, vagyis 1420 Mc/sec-re esik. Ezen a hullámhosszon a reflektor feloldóképessége 30' és iránymeghatározásának pontossága 3'. A mérés feladata abban áll, hogy meghatározzuk a különféle irányokból érkező sugárzás intenzitását a hullámhossz függvényeként a 21 cm-es hullámhossz környezetében, vagyis meg kell állapítani a hidrogén 21 cm-es színképvonalának a helyzet és profilját (konfigurációját), mely függ a sugárzás forrásának mozgásától és fizikai állapotától.

A mérés elve a következő. A vevő egy szuperheterodin készülék, mely másodpercenként 400-szor váltakozva kétféle frekvenciára van hangolva; e két frekvencia, melyeknek f különbsége állandó, éspe-dig $f = 1080$ kc/sec, min-dig úgy van megválasztva, hogy közülük az egyik a színképvonal által elfoglalt frekvencia-intervallumba essék, a másik pedig ezen az intervallumon kívül legyen (ez mindig lehetséges, mivel a színképvonal szé-lessége általában kisebb,



59. ábra. A verőberendezés vázlata

mint 1 Mc/sec); a két frekvenciához tartozó átlagos intenzitásoknak megfelelő kimenő feszültségek különbségét egy automatikus regisztráló készülék egy forgó papírszalagra jegyzi fel. A két frekvencia kellő megváltoztatásával (miközben különbségük állandó marad) ilyen módon az átlagos intenzitás változása a színképvonal egész kiterjedése mentén meghatározható. Mivel az intenzitás az egyik frekvenciánál mindig valamivel nagyobb, mint a másikinál, a kimenő feszültség egyenirányítás után egy négyszög-hullámformát mutat, melynek frekvenciája 400 c/sec, amplitudója pedig mértéke a két frekvenciához tartozó intenzitások különbségének.

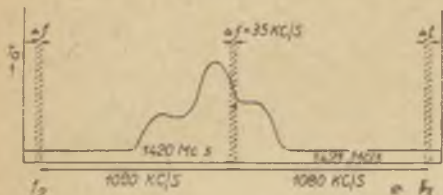
A most vázolt eljárás mellett azonban az egész megfigyelési időnek csupán a fele fordítottatik a vizsgálandó színképvonalra vonatkozó információ szerzésére, mivel az idő másik fele alatt a vevő olyan frekvenciára (az összehasonlítási frekvenciára) van hangolva, mely kívül esik a színképvonal intervallumán; ezen körülmény folytán a mérés pontossága $\sqrt{2}$ -szerte kisebb, mint amekkora elérhető volna akkor, ha a színképvonal az egész idő folyamán szakadatlanul a megfigyelés tárgya volna.

A dwingelooi nagy rádióteleszkóp vevőberendezése, melyet C. A. Muller, a rádiócsillagászati állomás igazgatója konstruált, a következőképpen különbözik ki ezt a fogyatékoságot. A világűrből érkező sugárzás, egy olyan szignál, mely mindenféle frekvenciát tartalmaz, egy keverőben másodpercenként 400-szori váltakozással egy 1389,096 Mc/sec, illetve egy 1390,176 Mc/sec frekvenciára hangolt oszcillátor szignáljával van kombinálva (e két frekvencia különbsége a fenti 1080 kc/sec-cel egyenlő); a keverőben előállított szignál azokat a frekvenciákat tartalmazza, melyek bármelyike a világűrből érkező sugárzás valamelyik frekvenciájának és az oszcillátor frekvenciájának a különbsége (lebegési frekvencia) kell legyen. Ez a szignál egy erősítőbe lesz vezetve, mely csak a 28 Mc/sec és 33 Mc/sec közti frekvenciákat engedi át; eszerint a felerősített szignál a beeső sugárzás azon komponenseitől származik, melyeknek frekvenciája az 1420 Mc/sec és az 1360 Mc/sec frekvenciáknak kb. 5 Mc/sec szélességű környezetébe esnek. Ezt a szignált egy másik keverő egy olyan oszcillátor szignáljával kombinálja, melynek frekvenciája 34 és 39 Mc/sec között változtatható; ezen oszcillátor frekvenciájának valamilyen rögzítése jelenti a vevő hangolását, mert ezen múlik, hogy a vevő a beeső sugárzás komponensei közül milyen frekvenciákat választ ki. A második keverőből kijövő szignál, mely még a spektrumnak néhány Mc/sec szélességű részéhez tartozó frekvenciák összességét tartalmazza, egyidejűleg egy elágazásba kapcsolt, két egymással párhuzamosan működő erősen szelektív erősítőbe vezettetik, melyeknek frekvenciája 4,96 Mc/sec, illetve 6,04 Mc/sec. Könnyen belátható, hogy ha a második (a hangoló)

oszillátor frekvenciáját $36,26973 \text{ Mc/sec}$ -nek vesszük, akkor a második keverőből kilépő szignálnak a legutóbbi két erősítő által átengedett komponensei között csak két olyan van, melyek a világuőrből érkező sugárzásnak a vizsgált hidrogénvonal környezetébe eső komponenseitől származnak, éspedig az $1389,096 + 36,26973 - 4,96 = 1420,40573 \text{ Mc/sec}$, valamint az $1389,096 + 36,26973 - 6,04 = 1419,32573 \text{ Mc/sec}$ frekvenciájú komponensektől, amikor az első oszcillátor frekvenciája $1389,096 \text{ Mc/sec}$, és az $1390,176 + 36,26973 - 4,96 = 1421,48573 \text{ Mc/sec}$, valamint az $1390,176 + 36,973 - 6,04 = 1420,40573 \text{ Mc/sec}$ frekvenciájú komponensektől, amikor az első oszcillátor frekvenciája $1390,176 \text{ Mc/sec}$. Az $1420,40573 \text{ Mc/sec}$ frekvencia a vizsgált színkép vonal közepének felel meg, míg az ennél $1,08 \text{ Mc/sec}$ -el kisebb, illetve nagyobb $1419,32573 \text{ Mc/sec}$ és $1421,48573 \text{ Mc/sec}$ frekvenciák kívül esnek a vonal tartományán. Ha a második oszcillátor frekvenciáját kissé megváltoztatjuk, akkor mind e három frekvencia is ugyanekkora értékkel változik meg, tehát az intenzitás mérése megint csak a három olyan f_1 , f_2 és f_3 frekvenciára fog vonatkozni a vonal környezetében, melyekre $f_3 - f_1 = f_1 - f_2$. A megfigyelések folyamán ennek az oszcillátornak a frekvenciáját csak olyan szűk határok között változtatjuk meg, amennyire szükséges, hogy f_1 befussa a színkép vonal egész tartományát; az f_2 és az f_3 frekvenciának az f_1 -től való eltérését olyan nagynak választották, hogy ennek folyamán f_2 és f_3 állandóan a vonalon kívül marad. Ezen körülmény folytán lehetőség nyílik arra, hogy valamely tetszőleges színkép vonal-frekvenciához tartozó sugárzási intenzitásról megszakítás nélkül szerezhessünk információt. Ugyanis az utóbb említett két erősítőnek párhuzamos beiktatása révén egyidejűleg két mérést lehet kivitelezni; amikor az első oszcillátor frekvenciája $1389,096 \text{ Mc/sec}$, a $4,96 \text{ Mc/sec}$ frekvenciájú erősítő, mint láttuk, az f_1 színkép vonalfrekvenciát, amikor pedig az első oszcillátor frekvenciája $1390,176 \text{ Mc/sec}$, akkor ez az erősítő az f_3 összehasonlítási frekvenciát engedi át és erősíti fel; ezzel szemben a $6,04 \text{ Mc/sec}$ frekvenciájú erősítő az első oszcillátor kétféle frekvenciájának megfelelően váltakozva az f_2 , illetve az f_1 frekvenciát erősíti fel. Az előbbi erősítőn keresztül tehát az f_1 és az f_3 , az utóbbin keresztül pedig az f_1 és az f_2 frekvenciákhoz tartozó sugárzás-intenzitások különbségének meghatározása lehetséges és ha a mérést egyidejűleg két információs csatornán át végezzük, melyeknek mindegyike a két erősítő egyikén halad keresztül, akkor bármely pillanatban a két csatorna közül az egyikben mindig kapunk információt a színkép vonal belsejéről.

A két erősítő mindegyikének kimenő szignálja egy-egy további keverőben egy közös $5,50 \text{ Mc/sec}$ frekvenciájú oszcillátor szignáljával lesz kombinálva, tehát mindkét csatornában az eredő szignál frekvenciája $0,54 \text{ Mc/sec}$ lesz; a frekvenciának erre a csökkentésére azért van szükség,

hogy mindkét csatornában a szignált egy szűk frekvencia-intervallumra lehessen korlátozni egy-egy kis (35 kc/sec) sáv szélességű erősítő alkalmazása által. Ezáltal a kívülről érkező sugárzás teljes frekvenciaspektruma mindössze két 35 kc/sec szélességű külön álló sávra (intervallumra) redukálódik az 1420 Mc/sec frekvencia környezetében, valamint még további két hasonló sávra az 1360 Mc/sec frekvencia környezetében;



60. ábra. Egy vonalprofil iszkematikus diagramja

ez utóbbiaknak azonban nincs a végzendő mérések szempontjából jelentősége és az ezen sávokban felvett szignálok mindenestre szerfelett gyengék.

Mindkét csatornában a 0,54 Mc/sec frekvenciájú szignált egy detektor egyenirányítja, minek következtében mindkét csa-

torna kimenő feszültségei egy 400 c/sec frekvenciájú négyszöghullámformát mutatnak, melyek egymással nyilvánvalóan ellentett fázisban vannak; e két feszültséget egy ellenütemű erősítő összegezi és kombinált amplitudójukat egy szinkron voltméter méri meg. Megemlítendő még, hogy mindkét csatornában egy automatikus erősítésszabályozást is kell alkalmazni, mivel a végső négyszöghullám amplitudója függ a 0,54 Mc/sec frekvenciájú erősítő erősítésétől.

A most vázolt két csatornás rendszer volt megvalósítva a kootwijki rádióállomás 7,5 méteres parabolikus rádióteleszkópjával kapcsolatban, mely ezen állomás megszűnte óta szintén Dwingelooban van felállítva; a dwingelooi 25 méteres teleszkóp vevőberendezése ettől csak annyiban különbözik, hogy benne kettős elágazás (két csatorna) helyett tizenhat-szoros elágazás van, amennyiben az előzőekben leírt és az 59. ábrán szaggatott vonallal bekeretezett elrendezés nyolc példánya van párhuzamosan kapcsolva, melyeknek elején elhelyezett erősítők frekvenciáinak a 4,96 Mc/sec, illetve a 6,04 Mc/sec frekvenciától és egymástól kovéssé különböző ekvidisztáns értékei vannak. Ez lehetővé teszi, hogy a mérés egyidejűleg nyolc egymástól különböző ekvidisztáns színkép-vonal-frekvencián folyjék, nyolc voltméter alkalmazásával. Egy közös automatikus regisztráló úgy van megszerkesztve, hogy az váltakozva a különböző frekvenciákra vonatkozó mérési eredményeket különböző színnel jegyzi fel a forgó szalagra. Megemlítendő még, hogy az egész vevőberendezés a helyi világítási áramvezetékéből van táplálva.

PIRET ENDRE:

AZ ELEKTRONIKUS TÁVCSÖVEKRŐL

A XX. század derekát az iparban és a tudományos kutatómódszerekben többek közt az elektromosság térhódítása jellemzi. Az elektromosság, pontosabban annak az egyes elektronok tulajdonságán alapuló tudományága, az elektronika az iparban a termékek mennyiségének és minőségének növekedését (automatika), a tudományos kutatásban a mérési módszerek nagyobb precizitását, nagyobb gyorsaságát eredményezte. A csillagászat is keresi ennek a nagyhatású eszköznek alkalmazási területeit.

Az elektronika alkalmazása a csillagászati fotometriában szinte közismert. Ez volt egyike az első alkalmazási területeknek, és ma már ott tart, hogy olyan csillagok fényerejét is képesek vagyunk elég nagy pontossággal megmérni, amelyek semmiféle más eszközzel (fényképezés) nem észlelhetők. Ha tehát a fotokatód ilyen teljesítményekre képes, jó volna segítségével leképezést is elérni, vagyis az optikai képet elektronikus úton felerősíteni. Az ilyen rendszerek gyűjtőneve: *elektronikus távcső*.

Az elektronikus távcső alapproblémája tehát, hogy a fotokatódon keletkező képet elektromosan leképezzük egy fényképező lemezre. Ezt a problémát tulajdonképpen a televízió felfedezésével megoldottuk.

W. A. Baum (Mount Wilson és Palomar) a következőkben jelölte meg a feladatokat:

A) felerősített képet kívánunk egy viszonylag érzéketlen és finom szemcsézetű lemezre juttatni, mely egyébként túl érzéketlen a közvetlen fényképezéshez, de amely finom szemcsézetet eredményez, és az egy négyzetmásodpercben levő szemcsék számának középhibáját csökkenti. Vagy:

B) megpróbálhatnánk kioltani az éjszakai égbolt egyenletes fényét, még mielőtt a képet felerősítjük, és a fotoemulzióra juttatjuk.

Szintén W. A. Baum hat lehetséges rendszert jelöl meg:

1. A kereskedelembe kapható képátalakítók. (Képerősítők.)
2. Belső sokszorozással rendelkező képátalakítók.

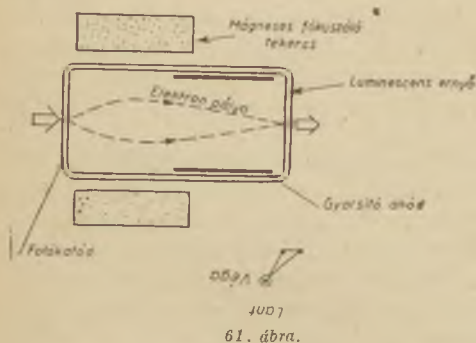
3. Képátalakítók, melyeknél a lemezek a vakuumban vannak, mint pl. az *A. Lallemand* által Párizsban kifejlesztett rendszer.

4. A szokásos televízió rendszer.

5. Kép gyűjtésre konstruált televíziós rendszer, mint pl. az RCA Vidicon-ja.

6. Képgyűjtő rendszer, mint ahogyan azt J. D. McGee (Anglia) ajánlotta.

A képátalakító működését a 61. ábrán láthatjuk. A fotoelektromos katód a hengeres üvegballon belsejében félig áteresztőhártyaként van elhelyezve. A távcső képmezejét erre a felületre képezzük le, pl. (egy csillagot) oda, ahol azt a nyíl mutatja. Erről az erősen megvilágított helyről primér elektronok lépnek ki minden irányban. Ezeket az elektro-



nokat az elektronmikroszkóphoz hasonlóan a cső köré tekercselt elektromágnes mágneses terével fókuszáljuk. Egy hengeres elektrod gyorsítja az elektronokat a fotokatódtól a lumineszcens ernyőig.

Minden, az ernyőt érő gyors elektron kb. 100 foton kelt. Ha a fotokatód kvantumérzékenysége $1/10$, úgy 10-szeres erősítés mutatkozik. De az ernyőn

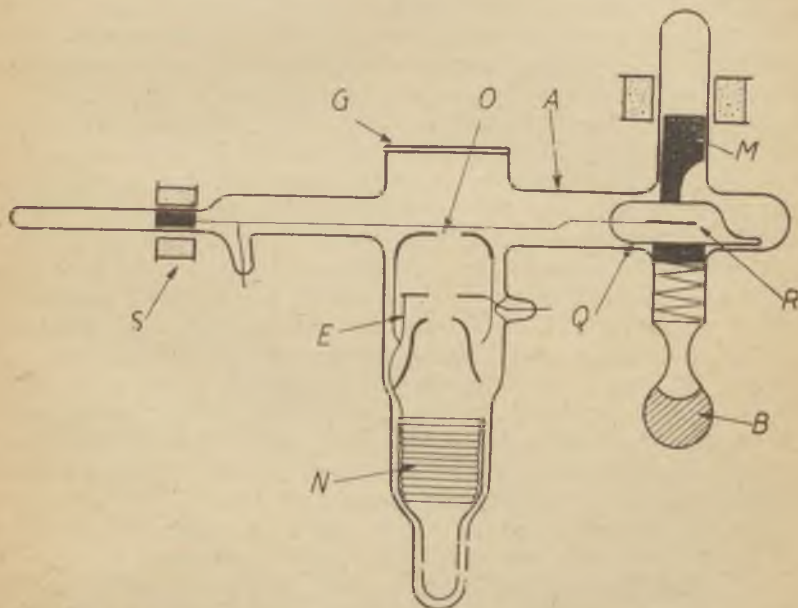
keletkező fotonok minden irányban szóródnak, még ha egy $f/1$ fényerejű távcsővel is figyeljük a képet, akkor is csak 10%-ukat tudjuk felfogni. Ez a végleges érzékenységet az $1/10$ -ére csökkenti, tehát végeredményben az eredeti képhez viszonyítva nyereségünk nincs.

W. A. Hiltner a Yerkes csillagvizsgálóban egy más rendszert kísérletezett ki, melyben több képátalakítót sorbakötött. Minden lumineszcens réteg egy új fotokatódot aktivizál, melyeket egy vékony membrán választ el egymástól. Dr. Hiltner arról számol be, hogy 100-szoros erősítés három fokozattal elérhető, de 10 000 V-ra sokszorozott feszültségre van szükség fokozatonként. Azonkívül a membránonkon is fellép veszteség. Arra a következtetésre jut, hogy valószínűleg nem ez az ideális megoldás.

A 3. mechanizmust *Lallemand* és társai használják. Az ő konstrukciójukban a lumineszcens ernyőt fotolemez helyettesíti. A 62. ábra egy viszonylag fejlett típust mutat, ezt *Lallemand* és *A. Duchesne* szerkesztette. Egy nagyobb pyrex-üvegtokba (A) elhelyezett Q üvegcsőbe

előre preparáljuk az *R* fotokatódot. A fény a *G* ablakon lép be. Az *N* üregben nagyobb számú, a nukleáris munkánál használatos Kodac NT2a lemez van elhelyezve.

Miután a nagyobb *A* csövet evakuáltuk, és a lemezek leadták ki-elégítő mértékben a gázt, egy mágneses kalapács, *M*, összetöri a kisebb *Q* csövet. A fotokatódot ezután mágnesesen (*S*) a működési helyére (*O*) húzzuk. Az elektronokat az *E*-vel jelzett elektródarendszerrel gyorsítjuk és fókuszáljuk, melyek a fotokatódból az *N* lemezesomag tetején levő lemezre repülnek. Ez alatt a folyamat alatt a *B*-ben levő aktív anyag a keletkező és még visszamaradt gázokat elnyeli.



62. ábra. A Lallemand-berendezés vázlata. A *G* ablak a tárcsa szerelvénye részékes állítható

A fényképezőlemezok igen érzékenyek 40 000 eV-nál nagyobb energiával rendelkező elektronokra. Ezáltal a Lallemand-féle módszerrel lényeges expozíciós-ido megtakarítás érhető el, ami pl. a lemez fátyolosodását is csökkenti.

A Lallemand-rendszer komplexitása technikai okoknak tudható be. Az antimon-cézium fotokatódot tönkreteszik azok a gázok, melyek evakuálás után a fényképezőlemezokból felszabadulnak. Ezért a lemezekből a gázt ki kell hajtani, mielőtt a tényleges megfigyelés kezdődik. Ez időt és hűtést igényel, ez utóbbi pedig az emulziót dezintegrálja.

Amíg a leszívás megtörténik, addig a fotokatód a kis Q csőben biztonságban van. Mivel lehetetlen teljesen kihajtani a gázokat, az expozíció időtartama alatt a fotokatód veszít valamit érzékenységéből. Amikor a lemezeket előhívás céljából a csőből kivesszük, a fotokatód teljesen tönkremegy, és ezért újabbat kell behelyezni.

A francia csillagászok sikeresen birkóztak meg ezen problémák egyikével-másikával. Megpróbálták ellenállóbb fotokatódok készítését többlet-cézium felhasználásával. Különböző megoldásokat vezettek be a vákuum javításra az emulzió tönkretétele nélkül. Az egész berendezést úgy készítették el, hogy az a távcső okulár-résére erősíthető.

1951-ben Lallemand-nak sikerült laboratóriumában egy olyan fényforrás fényképezése, mely az emberi szem számára teljesen láthatatlan volt. Mikor Superfulgur lemezre készített felvételt, 6 órás expozícióval csak félig olyan erős képet kapott, mint a képátalakítóval 4 percig exponált képen. Természetesen ilyen ideális körülményeket távcsövön nem lehet megvalósítani, ennek ellenére egy legalább 50-szeres expozíciós idő rövidüléssel számolhatunk. De, mint Baum mondotta, ez a módszer „nem képes semmit sem tenni a képpel (háttér stb.), mint erősíteni, semmiféle előnyt nem jelent halvány objektumok felfedezésében, legfeljebb a finomabb szemcséjű, kevésbé érzékeny lemez előnyeit használja ki”. Mégis a Lallemand-módszer óriási előnyt jelent. Habár nem teszi lehetővé a jelenlegi 24 magnitúdó határnál halványabb égitestek észlelését, lehetséges nagyfelbontású színeképek készítése olyan égitestekről is, melyekről a legnagyobb távcsövek segítségével sem tudtunk spektrumot kapni. Tehát „csatasorba” állítja a kisebb távcsöveket is, melyek a nagy távcsövekkel eddig nem tudtak versenyezni, ill. nem tudtak azoknak programjában részt venni. Itt kell azonban megjegyezni, hogy a távcső felbontóképességét semmiféle elektronikus rendszer sem képes megjavítani, az továbbra is az objektív átmérőjétől függ, és e tekintetben a nagy távcsövek előnye megmarad.

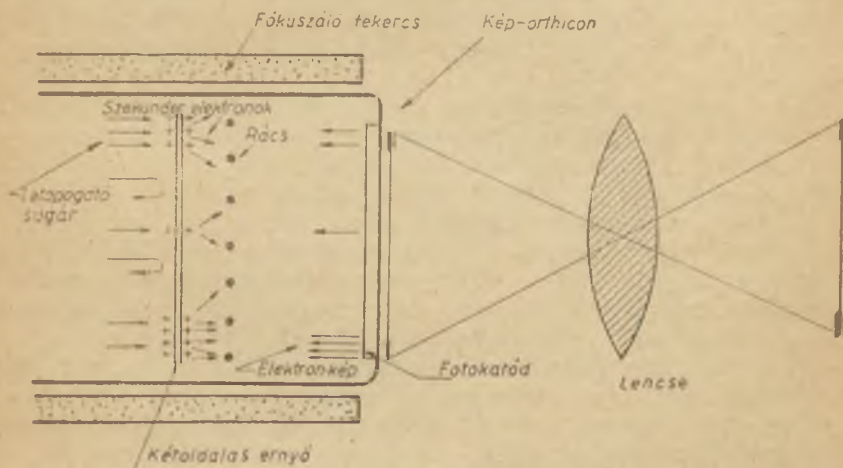
A szokásos televíziós rendszerek a kép vonalas szerkezete miatt nem használhatók, hacsak valami különleges előny miatt ezen hátránytól nem tekintünk el. (L. alább.)

A Yerkes csillagvizsgálóban a bolygófényképezéshez egy képstabilizátort szerkesztettek, mely a szcintilláció okozta hullámozást kiküszöböli. A képet 625 sorra bontják, és 1:2 arányban nagyítják. Képgyűjtés révén kb. 1:2 fényerősség is elérhető. Ennek a rendszernek a bolygó kutatásban igen nagy jövője van, a képminőség javulása igen lényeges.

Egy másik televíziós rendszerrel McGee foglalkozik Angliában. Itt a háttér-fényesség közömbösítése a cél.

Ahhoz, hogy ezt a rendszert megérthessük, vizsgáljuk meg a 63. ábrán, hogy dolgozik egy közönséges Orthicon, melyet eredetileg

televíziós célokra dolgoztak ki. Az optikai rész, melyet egyetlen lencsével jelképezünk, a tárgy képét egy, mondjuk -300 V potenciálon levő fotokatódra vetíti. A primér elektronok egyenes vonalban a kétoldalú, 0 potenciálú ernyőre repülnek, mely azokat vonzza. Mielőtt az ernyőre érnének, egy hálón kell áthaladniuk. Minden primér elektron több szekundér elektront vált ki, melyet a pozitívan töltött rács magához vonz; így ezek az elektronok többé szerepet nem játszanak. Amennyiben a háló elég ritka, úgy a primér elektronokra gyakorolt hatása elhanyagolható. A kétoldalú félvezető rétegen a pozitív töltések egyenlőtlen eloszlása jelenik meg, mely az eredeti tárgy ellentétje.



63. ábra. A képorthikon működési elve

Televíziós célra egy elektronágyú elektronnyalábot szór az ernyő másik oldalára, mely sugár sűrű sorokban majdnem vízszintesen letapogatja az egész ernyőt. Ha az elektronsugár az ernyő pozitívan töltött részéhez ér, akkor becsapódik az ernyőbe, ellenben, ha egy 0 töltésű részt ér, akkor visszaverődik az elektronágyú irányába, és része lesz annak a modulált elektronsugárnak, melyet egy elektronsokszorozó szed össze. Ennek a sugárnak a felerősített jel lesz a televíziós video-jel, melyet távoli vevőkészülékhez sugározhatunk.

McGee megoldásában az ernyő vagy dinóda egy vékony üveglemez, melynek egyik oldalán szigetelő cézium kezelt réteg van, a másik oldala pedig vezető felület. A háló eltávolítja a szekundér elektronokat, mint ahogy az a televíziónál szokásos. Pozitív töltések halmozódnak fel a dinóda egyik oldalán, melyek megint az eredeti ellentétjei. Mivel

az égbolt fénylik, az egész dinóda pozitív töltésekkel van teli. De minden csillag képénél a töltés nagyobb.

Mind ez ideig nem erősítettük a csillagok képét az égbolthoz képest, de az ernyő megőrzi a csillagok képét több órán keresztül is, mert nem vezető.

McGee következő lépése, hogy kiveszi az ernyőt a berendezésből és egyenletesen beszórja lassú elektronokkal. Ez egy homályos lemez segítségével diffúzzá tett gyenge fényforrással és egy új fotókatód segítségével érhető el. Így új, lassú elektronokat termelhetnénk, és juttathatnánk el egyenletesen a dinódára, szekundélektronok keltése nélkül. Az égbolt fényétől eredő pozitív töltések közömbösítődnének ily módon, és így a háttérrel eltávolíthatnánk. A csillagok képei — habár ugyanennyivel gyengébben — „kiállanának” egy teljesen semleges mezőből.

A technika hátralevő része megegyezne a televíziós rendszerrel. Egy elektronágyú letapogatná az ernyő hátsó oldalát, és a visszavert elektronsugarat egy sokszorozó felerősítené. Az így keletkező jel felhasználható lenne kényelmes fényképi rögzítésre.

Noha ez a megoldás biztatónak látszik, *dr. Hiltner* megjegyezte: „mind ez ideig a jó definiáltság és a nagy teljesítmény nem volt technikailag megvalósítható. Minden jelenleg létező szekundéremissziós struktúra, mint a finom hálóból készült rács, vékony berilliummal bevont membránok, keskeny rések, a rács szemek között, nem szolgálják a definiáltságot.”

Az elmondottakból következik, hogy az elektronsövek területén a korántsem egységes kutatás még kezdetleges ponton van. A nehézségek elég nagyok és főként technikai jellegűek. Az eddigi eredmények viszont azt mutatják, hogy különösen a kis csillagvizsgálók számára ez a jövő útja, és szinte életszükséglet. Tehát ebben az irányban végzett mindenemű kutatómunka nem lehet hiábavaló.

VITÁK AZ ALPHONSUS KRÁTER VULKÁNKITÖRÉSÉRŐL

Az elmúlt évek egyik legérdekesebb, de kétségtelenül a legtöbb vitára alkalmat nyújtó felfedezése a Hold Alphonsus kráterének vulkáni tevékenysége. Amennyiben ez az észlelés helyesnek bizonyul, úgy a Hold-kutatás egyik igen régi problémájára kapnánk választ.

Régóta vitatott kérdés, hogy van-e a Holdon vulkáni tevékenység. A XVIII—XIX. sz. folyamán több olyan észlelés is történt, mely jelenleg is működő Hold-vulkánra engedne következtetni, sajnos azonban e megfigyelések nem teljesen bizonyító értékűek. Mindenesetre figyelemre méltók azok az észlelések, melyeket a *Linné* és *Taquet* krátereken végeztek. Egyes kutatók (pl. *Elgert*, *Klein*, *Mädler*, *Neison*, *Schmidt*) úgy vélték, hogy ezeket a krátereket időnként — feltehetőleg vulkanikus eredetű — gőzök vagy gázok töltötték ki. Sajnos azonban a megfigyeléseket a különféle optikai hatások erősen kétségesse teszik; a libráció szögének változása, a kráter-talaj különböző megvilágítása gőzszivárgáshoz hasonló jelenség látszatát keltheti. Ugyanez a helyzet a *Weinek László* (magyar származású prágai csillagász) által felfedezni vélt új kráterképződménnyel (1., 2.).

E kérdés újra felmerült, mikor *D. Alter* közzétette az *Alphonsus kráterre* vonatkozó észleléseit (3). *Alter* 1954-től a Mt. Wilson obszervatórium 152 cm-es reflektorával több infravörös és ultraviola felvételt készített a nevezett kráterről. Az Alphonsus nagyjából a felénk forduló holdkorong közepén helyezkedik el, átmérője 112 km, a kráterből kiemelkedő központi kúp magassága kb. 1500 m (64. ábra). *Alter* 1956. okt. 26-án készült felvételei szerint a kráter nyugati része infravörös fényben tisztán látható, míg ultraviola színnél ez a rész csak homályosan látszik. Hasonló jelenség az Alphonsus felett levő *Arzachel*-nél nem volt tapasztalható. Ezt a jelenséget *Alter* a kráter talajáról elpárolgó dérszerű képződménnyel magyarázta. Véleménye szerint a gáztérég sűrűsége a földi légkör talajmenti sűrűségének 1/10 000-ed részére becsülhető.

A kérdéssel *N. Kozírev* is foglalkozott. *Kozírev* az elhomályosodást a kráter talajából kiszivárgó vulkanikus gázokkal véli megmagyarázhatónak. Szerinte a rendkívül ritka — mintegy 10^{15} molekula/köbcentiméter sűrűségű — gáztérég nem okozna észlelhető fényelhnyelést, ill.

elhomályosodást. Saját, valamint *F. Link* csehszlovák csillagász megfontolásaira hivatkozva arra a megállapításra jutott, hogy a Nap röntgen- és ibolyántúli sugárzása a gázcsepp abszorpcióképességét (elnyelőképességét) megnöveli, és így már létrejöhet a megfigyelt elhomályosodás (4).

Kozirev hosszabb ideig foglalkozott az Alphonsus megfigyelésével. 1958-ban a *pulkovói* csillagvizsgáló *szimeizi* (Krim) fiókobszervatóriumának 127 cm-es tükrös távcsövével figyelte a krátert. *I. V. Ezerszkij*rel együtt 1958. november 3-án 1^h világidőben a kráter központi kúpjának elhomályosodását észlelte, egyúttal a központi kúp színe — mely általában fehér — a vörös felé tolódott. Ekkor egy 20 perces színeképfelvételt készített az Alphonsusról. Ezután két órán keresztül más objektumot (a Marsot) észlelték. Két óra múlva, 3^h világidőben, a krátert újra észlelték, ebben az időben a központi kúp újra kifényesedett, ugyanekkor két újabb spektrogramot is készítettek 30 ill. 10 perces expozícióval. A színeképfelvételeken a központi kúp mellett 4737 Ångströmös hullámhossznál a kétatomos szén (C_2) kibocsátási — emissziós — sávja jelentkezett, ez a molekulaszén a normál holdspektrumban nem található meg!

Kozirev az észlelt jelenséget a következőképpen magyarázza: az Alphonsus központi kúpja mellett kisebb vulkánkitörés zajlott le. A kiáramló vulkáni gázok és a feltörő por elhomályosította a központi kúpot, a feláramló széngázok hozták létre a C_2 emissziós színeképet. A kitörés magassága elérhette a központi kúp magasságát. A gázok szétáramlása után a kiömlő láva megvilágította a központi kúpot, innen eredhetett annak kifényesedése. *A. A. Mihajlov* akadémikus megjegyzése szerint a kráterről készült spektrogram hasonlított az üstökösök fejének színeképre, valószínű tehát, hogy a gázokat a nap-sugárzás is gerjesztette. (4, 5, 6.) A következő napon a kráter eltűnt az árnyékban és további észlelés lehetetlenné vált.

Kozirev megfigyelése érthető módon nagy érdeklődést keltett a szakkörökben. A kráter először nov. 19-én bukkant ki az árnyékból. Ekkor az Alphonsust többen is megfigyelték. *Dr. H. P. Wilkins* (az International Lunar Society akkori elnöke) az angliai Bexleyheath obszervatórium 39 cm-es távcsövével a központi kúptól délre egy új, a régebbi felvételeken nem látható foltot vett észre. Ugyanezt észlelte *J. Wail* és *F. D. Brewin* egy 30 cm-es távcsövel. *Wilkins* szerint nov. 19-én az új folt színe vöröses szürke, alakja elliptikus, mintegy 2—3 km hosszú volt (7, 8). *G. A. Hole* a brightoni csillagvizsgáló 61 cm-es reflektorával fényképet is készített az új foltról. Az új folt feltehetőleg lávakiömlés nyoma lehet (9).

Ugyanakkor azonban *W. Haas* (New Mexico) 32 cm-es tükrös távcsövével nov. 19-én nem látott érdemleges változást, bár megjegyzi,

hogy észlelésének időpontjában csak a központi kúp volt megvilágítva, de a kráter talaja még árnyékban feküdt. A következő napokban sem vett észre semmit (10). Ugyancsak nem észlelt észrevehető változást *G. Kuiper* a Yerkes csillagvizsgáló 192 cm-es reflektorával. November 19-i jelentése szerint :

„Az Alphonsust november 19-én vizuálisan megfigyeltük. Semmiféle látható változás a korábbi magas kvalitású felvételekhez képest nincsen. A központi kúp sima és fehér, nem mutat krátert vagy lávaömlést”. (11)

Megjegyzendő azonban, hogy *Kuiper* a központi kúpot figyelte és nem annak környékét.

A Pic du Midi csillagvizsgáló 60 cm-es refraktorával *J. Rösch* nem tudott kivenni szerkezeti vagy színváltozásokat. Ugyanerre a tapaszt-



64. ábra. Az Alphonsus kráter környéke. Középen az Alphonsus.
Az Alphonsus mellett jobbra az Arzachel kráter látható

talatra jutott *P. Moore* (Anglia) és *A. Herring* (Kalifornia), 32 cm-es távcsővel végzett észlelések alapján (12a) 12. *Moore* ennek ellenére elfogadja *Kozirev* és *Wilkins* észlelését.

November 22-én a TIT Uránia Csillagvizsgálójának munkatársai — anélkül, hogy *Wilkins* észleléseiről tudtak volna — szintén észlelték az Alphonsust és látták az új foltot a központi kúptól dél-délnyugatra. (20 cm-es távcsővel 150, 300 és 600-szoros nagyítással.) *Bartha Lajos*, valamint *Gausser Károly* és *Ponori Th. Aurél* megállapítása szerint az elliptikus folt színe világosszürke volt. A foltot azóta is többször

sikerült észlelni. *Bartha* vizuális fotométerrel két esetben meghatározta az új folt albedóját és azt 0,046-nak találta. A folt fényvisszaverő képessége ezek szerint közel áll a vulkanikus kőzetek albedójához. Érdekes mindenesetre összehasonlítást tenni néhány anyag fényvisszaverő képessége között:

Aristarchos kráter (a Hold legfényesebb pontja)	0,176
Alphonsus központi kúpja	0,107
Bazalt (legkisebb albedó)	0,064
Krátervidék	0,060
Holdsíkságok („Tengerek”)	0,051
Az új folt az Alphonsusban	0,046
Kőmeteoritok anyaga (legkisebb albedó)	0,045
Gránit (legkisebb albedó)	0,044

Ezek szerint, ha a budapesti mérések megbízhatók, akkor az új folt reflexióképessége legközelebb a gránithoz és a kőmeteoritekéhez áll (2, 13, 14.).

Látható, hogy az Alphonsusban észlelt jelenségekkel szemben még nem alakult ki egységes álláspont. Az új foltot illetően az észlelések megoszlanak. Mindenesetre figyelemre méltó, hogy számos kutató magán a központi kúpon keresett változást, míg — ha az új folt létezését elfogadjuk — a *Wilkins* által felfedezett objektum a központi kúp mellett van.

Kozirev megfigyeléseit és színeképfelvételeit nagy általánosságban elfogadják, de számos kutató tagadja a megfigyelt tünetények vulkanikus eredetét. *D. H. Menzel*, a Harvard Obszervatórium igazgatója arra utal, hogy itt egyszerűen a Hold belsejéből kiszivárgó nagyobb mennyiségű gázzal is szó lehet. *Zdenek Kopal* (Manchester) azon a véleményen van, hogy a kitörés egy nagyobb, gázzal teli üreg beszakadásának eredménye lehet. A jelenséget meteor-beesapódás is okozhatta. Az üregből kitörő gáz és a felkevert por hozhatta létre a központi kúp elhomályosodását (15, 16). Ezzel kapcsolatban azonban *Kozirev* azt a megjegyzést teszi, hogy:

„Az észlelt jelenségek egybeesése a centrális csúcs helyzetével nehezen tartható véletlennek, és arra mutat, hogy a Hold bázikus felszínén belül keletkezett, nem pedig óriásmeteor beesapódása révén. A Hold-felszíni rétegek kis hővezető képessége inkább a vulkanikus anyagok porózításából ered, mint egy porrétegből.” (4)

Nagyon valószínű *L. Motz* (Columbia Egyetem) feltevése. Szerinte nem vulkanikus erupeióról van szó, hanem a holdkéreg egyes pontjain nagyobb mennyiségben felgyűlt rádióaktív anyagok keltette felmelegedés, illetve a megolvadt kőzetek kiömlésével állunk szemben (15). Mindenesetre a *Kozirev*-féle jelenség nem hasonlítható semmiféle földi vulkán-jelenséghez.

A Hold vulkánosságának kérdése jelenleg még eldöntetlen. A vita azonban arra mutat, hogy feltétlenül szükség van rendszeres és pontos, nemzetközileg megszervezett Hold-kutatásokra.

Összeállította : ifj. Bartha Lajos

Források :

- (1) Korn : Über ein auffalende Erscheinung am Krater Taquet. Sirius. 44. 5. 1911. május.
- (2) Bartha L.: Volcanic Appearing in the Crater Alphonsus. Vasziona (Beograd) 7. 1. 1959. (Szerb és angol nyelven.)
- (3) Alter D.: A Suscepted Partial Absecuration of the Floor of Alphonsus. Publ. of the Astr. Soc. of Pacific. 69. 407. 1957.
- (4) Kozirev N. A.: Observation of Volcanic Process on the Moon? Sky and Telescope. 18. 4. 1950. február.
- (5) Kozirev és Mihajlov sajtónyilatkozata. TASzSz. 1958. november.
- (6) Sadil J.: Existuje na Mésici sopečna cinnost. Riše Hvězd. 40. 1. 1959. január. (Cseh nyelven.)
- (7) Wilkins H. P.: International Lunar Soc. Bulletin No. 7. 1958.
- (8) Wilkins H. P.: Circular of British Astr. Soc. No. 405. 1958.
- (9) Wilkins H. P. levele a szerzőhöz 1958. dec. 9-én és Moore P. levele 1959. jan. 28-án. (Kézirat.)
- (10) J. A. (Ashbrook J.): Volcanic Process on the Moon? Sky and Telescope. 18. 3. 1959. jan.
- (11) Kuiper G.: Harvard Card No. 1419. 1958.
- (12a) ... A szerkesztőség megjegyzése a Sky and Telescope 18. 4. 1959. februári számában.
- (12) Eichhorn M.: Mondkrater Alphonsus. Die Sterne 35. 3—4. 1959.
- (13) Bartha L. és Gauser K.: Jelentés az International Lunar Soc.-nek. 1959. (Kézirat.)
- (14) Bartha L.: Beobachtung das Neubildung im Krater Alphonsus. Die Sterne. 35. 5—6. 1959.
- (15) ... Lunar Eruption. Science. 129. No. 3346. 1959. febr. 13.
- (16) Kopal Z.: Origin of the Lunar Craters and Maria. Nature 183. No. 4655. 1959. jan. 17.

GAUSER KÁROLY:

A CSILLAGÁSZAT HALOTTAI

John Evershed (1864—1956). A modern napfizika kiváló úttörője volt J. Evershed, a híres indiai Kodaikanal obszervatórium egykori igazgatója. Több mint 70 esztendeig szolgálta a tudományt s 66 éven át volt tagja a British Astronomical Society-nek, sőt ennek spektroszkópai osztályát évtizedeken át irányította. 1911-től 1923-ig igazgatta az említett indiai csillagvizsgálót. A világon elsőként fedezte fel a napfoltok radiális mozgását s ezért az angol Royal Society aranyérmével tüntették ki. 92 éves korában, 1956. november 17-én hunyt el Angliában.

Robert J. Trumpler (1886—1956) nevét 38 éve ismeri a világ, mikor 1922-ben a Lick obszervatórium asszisztenseként — Eddington után elsőnek — igazolja Einsteint és pontos fotografikus méréseivel kimutatja a fénynek a Nap gravitációs terében fellépő elgörbülését.

Trumpler, egy gazdag gyapjúfonoda-tulajdonos fiaként Zürichben látta meg a napvilágot 1886. október 2-án. Ugyanitt, majd Göttingenben tanul s 1910-ben szerzi meg a fizikai tudományok doktora címet. 1915-ben kivándorol, az USA-ban telepszik le és az Alleghany Csillagvizsgáló obszervátora lesz, majd 1919-től a Lick obszervatórium asszisztenseként dolgozik. Végigjárja az USA szinte valamennyi nagy intézetét s eközben megfordul Princetonban, Berkeley-ben, sőt egy ideig a Mt. Wilsonon is működik. 1938-ban A. O. Leuschner halála után az USA Tudományos Akadémiája Trumplert nevezi ki a Californiai Egyetem csillagászat tanárává.

A relativitáselmélet kiváló ismerőjeként részt vesz a Lick obszervatórium 1922. évi ausztráliai napfogyatkozás megfigyelési expedíciójában. A IX. 12-i napfogyatkozás megfigyelése kitűnően sikerült, s Trumpler több száz fényképfelvétel adatainak középértékeképpen a fény görbületét $1,75 \pm 0,09$ ívmásodpercenek találta, ami kitűnően egyezik az általános relativitáselmélet által megkívánt értékkel. Az 1929. évi fogyatkozás adatai alapján $1,75 \pm 0,13$ ívmásodperc értéket vezetett le. Mindkét megfigyelési eredménye jobb, mint Eddingtoné vagy Campbellé.

1930-ban jelenik meg híres dolgozata, melyben kb. 100 galaktikai nyílthalmaz szerkezetét ismerteti és levezeti távolságaikat részben a Russell-diagram, részben a látszó átmérők alapján. Dolgozata nélkülözhetetlen a Tejútrendszer szerkezetének feltárásához s érdemeinek elismeréseképpen 1932-ben az USA Tudományos Akadémiájának rendes tagjává választják.

Közel két évtizedig foglalkozik a galaktikai fényelnyelés és az interstelláris anyag problémájával. Több különböző módszer szerint levezeti, hogy a fényelnyelés értéke 0,67 fotografikus magnitudo kiloparszekenként (=kb. 3,260 fényév) s kimutatja, hogy vizuális észlelések esetén a fényelnyelés valamivel kisebb. E vizsgálatai később nagy szerepet játszottak a Galaktika méreteinek megállapításánál.

A Tejútrendszer szerkezetére vonatkozó vizsgálatai már nem sikerültek olyan jól, mint nyílthalmaz kutatásai. Csillagrendszerünk átmérőjére a valóságosnál kisebb értéket (kb. 33 000 fényév) kapott s modellje erősen hasonlít Kapteynéhez, melynek centrumában van a Nap.

1939-ben kiadott klasszikus dolgozatában a híres Coma Berenices halmazzal foglalkozik s radiális sebességek, valamint spektrumtípusok alapján sikerül elválasztania a halmaz tagjait az idegen galaktikáktól.

1951-ben vonult nyugalomba és hosszas betegség után 1956. szept. 10-én leukémia következtében halt meg.

A nyílthalmazokra vonatkozó alapvető munkásságával a modern csillagászat kiemelkedő alakjává küzdötte fel magát s az elsők közé tartozott, akik a nagy távcsövek teljesítőképességét felismerve, távcsöveiket a Naprendszer határain túlra irányították. Életművével nagyban hozzájárult a Világmindenség szerkezetének feltárásához.

Clarence A. Chant (1865—1956). Kanada csillagászatának egyik kimagasló alakja C. A. Chant 1956. november 12-én hunyt el Richmond Hillben. 1890-től 45 esztendőn keresztül tanította az asztrofizikát a torontói egyetemen. Kezdeményezésére alapították meg a csillagászat barátai 1892-ben az első kanadai csillagászati egyesületet, a Royal Astronomical Society of Canada-t s ugyancsak az ő erőfeszítéseinek eredményeképpen alakul meg a torontói egyetem külön asztrofizikai fakultása 1904-ben. A csillagászat kiváló népszerűsítője és kitűnő tanár volt: öt tanítványa ért el igazgatói rangot különféle csillagvizsgáló intézeteknél. Sürgetésére több nagy obszervatórium épül, sőt a nagyközönség körében is sikert arat: Jessie Dunlap — férje emlékére — több millió dollárt adományoz tudományos célra, melyből a világhírű Dunlap obszervatóriumot építik egy 74"-es tükröstávcsővel. Az intézet első igazgatójává Chant-ot nevezik ki.

Ötven évig szerkesztette a századfordulón általa alapított nép-

szerűsítő lapot, az *Observer's Handbook*ot, melynek ma is több ezer előfizetője van.

„Népszerűsíteni és tanítani”, e kettős célnak szentelte egész életét és ezt a célkitűzését kanadai viszonylatban teljességgel meg is valósította.

Walter S. Adams (1876—1956). „A csillagszínképek mestere” — így jellemzi őt barátja és egykori asszisztense, Harlow Shapley, az USA egyik legnagyobb csillagásza. Valóban, Russell mellett a csillagászati színképelemzés legkiválóbbja volt.

Szíriában élő misszionárius családból származott, 1876-ban született. Szülei hamarosan visszatértek az USA-ba, iskoláit már Dartmouthban és Chicagóban végzi s 1904-ben nevezik ki az akkor már nagyhírű Yerkes csillagda asszisztensévé. Spektroszkópai kutatásai révén neve hamarosan ismertté válik. Hale, a világhírű napfizikus meghívására, a a neves tükörcsiszoló Ritchie-vel együtt a Mt. Wilson obszervatórium állományaához csatlakozik. Az újjászervezett csillagvizsgáló hamarosan az asztrofizika egyik fellegrárává fejlődik, ami érthető, mert az említetteken kívül huzamosabb ideig a Mt. Wilsonon dolgozik Trumpler, Hubble, sőt később a Németországból kivándorló Baade, majd Shapley is. Adams alapos tudásával és higgadt körültekintésével nagynevű kortársai közül is kiemelkedik s alig néhány évi működés után 1923-ban kinevezik a világ akkori legnagyobb obszervatóriumának igazgatójává s a wilsonhegyi 2,5 méteres óriástávcső az ő irányítása mellett működik egészen 1946-ig. Adams nyugalomba vonulásáig.

A színképelemzés terén elért eredményei közül csak a legkiemelkedőbbeket említjük.

A Hale-lel közösen írt dolgozata a Nap spektrumát és rotációját tárgyalja és Russell 1929-ben megjelent hasonló tárgyú művének megjelenéséig ez a legjobb forrásmunka a kutatók számára.

Russelltól és Hertzsprungtól függetlenül felismeri az F8—K9 típusú csillagok színképének az abszolút fényességgel való összefüggését. E felfedezését később Russell is felhasználja híres diagramjának tökéletesített változatában.

Csillagszínképek százait készíti el, s külön dolgozatban foglalkozik 1925-ben a híres Szíriusz B fehér törpecsillag színképével. Eddington szerint a Szíriusz kísérő 0,85 naptömegű, ugyanakkor sugara pedig csak 0,028-ed része a Nap sugarának. Az általános relativitáselmélet szerint ebben az esetben a Szíriusz B spektrumában a vöröseltolódás 30-szor akkora, mint a Nap színképében. Adams mérései az elmélettel megegyezők voltak, miután sikerült elválasztania a csillag tényleges távolodásából eredő vöröseltolódást (Doppler-effektus) a relativisztikus-tól. Ezekből az adatokból a Szíriusz B anyagának sűrűségére a víz 60 000-szerese adódott.

Az interstelláris anyag nehezen észlelhető színeképét vizsgálva, elsőnek mutatja ki a kalcium, valamint egyes nehéz elemek atomjainak jelenlétét.

Munkásságának betetőzését jelenti a parallaxisok (csillagtávolságok) színeképelemzési eljárással való meghatározása, melynek módszerét sikerült kidolgoznia. Az F, G, K, M osztályokhoz tartozó csillagok egyes színeképvonalainak ingadozásából meghatározta az abszolút fényességet s ebből pedig a távolságot. Spektroszkópai parallaxis módszerével a csillagászati távolságmérést 1500—2000 fényév távolságig terjesztette ki, olyan távolságokig, ahol trigonometriai módszerekkel már nem boldogulunk.

Egyik megalapítója, tevékeny szervezője és a második világháború alatt alelnöke volt a Nemzetközi Csillagászati Uniónak (IAU) s nagy jelentőségű konferenciákon számos alkalommal képviselte hazája érdekeit.

Adams, a szerény és csendes tudós mintaképe, feltűnés nélkül alkotott maradandó érvényűt, akárcsak nagy kortársa, Russell. Neve és munkássága összeforrt a csillagászat fejlődésével. Az Egyesült Államokban halt meg 1956. május 11-én.

Keivin Burns (1881—1958). Russel és Adams mellett a harmadik kiváló színeképelemzési szakemberét is elvesztette az USA csillagászata. Burns 32 éven át dolgozott a Lick csillagdában, valamint az Alligheny obszervatóriumban. Közben részt vett a Nap mozgásával foglalkozó híres Campbell-féle programban. A diffúz gázködök színeképvizsgálatai közben — valószínűleg a világon elsőként — felfedezte a monokromatikus fényben készült felvételek nagy jelentőségét.

Rosco F. Sanford (1883—1958). 31 éven át dolgozott Hubble és Baade mellett a Mount Wilson és Palomar obszervatóriumokban. Főként színeképelemzéssel foglalkozott. Nevét a hidegebb vörös színű csillagok színeképéről írt tanulmánya tette ismertté.

Albert G. Ingall (1878—1958). Amerika csillagászata Ingallban egyik leghíresebb távesőépítőjét veszítette el. Russel Porter mellett talán Ingall tette a legtöbbet az amatőrcsillagászat fejlesztése érdekében. Nem épített távesőóriásokat, de alig akad olyan amatőregyesület, csillagászati munkaközösség vagy szakkör az USA-ban, melyet ne látogatott volna meg. Az általa, valamint a felügyelete alatt készített távesővek számát ezernél többre becsülik.

H. J. Gramatzki (1882—1957). 1957. március 14-én a csillagászati optika és egyúttal a műkedvelő csillagászat egyik legkiemelkedőbb képviselője hunyt el H. J. Gramatzki személyével. Gramatzkit — bár nem volt képzett szakcsillagász — a hivatalos csillagászat is nyilván tartotta és elismerte, bár legnagyobb érdemei az amatőrmozgalom kiterjesztéséhez fűződnek.

H. J. Gramatzki 1882. augusztus 12-én született az indiai Shillong-ban. Csillagászat iránti érdeklődését apja oltotta belé. Tanulmányait Németországban végezte. Az első világháború alatt megalapította Berlinben az Astrogesellschaftot, ezt az amatőr csillagászok összefogására szánt egyesületet. Ugyanakkor magánobszervatóriumot is épített, ahol viszonylag kicsiny — 20 cm-es — távcsövével komoly eredményeket ért el a Hold, a Jupiter valamint az üstökösök fényképezése terén. Különösen érdekes és úttörő jelentőségű volt az 1942-es holdfogyatkozás színes fényképezésére vonatkozó — sikeres — kísérlete.

Doktorátusát 1937-ben szerezte meg a bolygófelszín fotografikus fotometriájáról szóló dolgozatával. Négy évvel utóbb magán-csillagvizsgálójának kiadványaként tette közzé *Kritikai Holdtérképét*, melyben számos régebbi észlelés hibájára világított rá. Matematikai érdeklődésére mutat egyik nagyobb tanulmánya a nem-euklidészi terekről, mint a fizika és mechanika új alapjáról. Halálakor jelent meg második kiadásban az objektívek szerkezetére vonatkozó nagyobb munkája.

Gramatzki gyakorlati munkásságát igyekezett az amatőrök számára hasznosítani. Tapasztalatait számos cikkben kívül három kisebb könyvben tette közzé, melyekben útmutatást ad a csillagászati megfigyelésekre, a csillagászati és a bolygó-fényképezésre. A műkedvelő mozgalom terén elért eredményeiért a berlini Akadémia 1956-ban a Leibniz-émlékérmet adományozta Gramatzkinak.

Wilhelm Rabe (1893—1958). 1958. április 1-én hunyt el, a német csillagászok egyik legkiválóbbika, a „klasszikus” asztronómia világszerte ismert művelője.

W. Rabe 1893. június 5-én született Breslauban, tanulmányait is itt végezte. Már egész fiatalon — 23 éves korában — asszisztens lett a breslaui Egyetemi Csillagvizsgálóban, öt évvel később megszerezte a doktorátust. 1927-ben a müncheni Egyetemi Csillagvizsgálóhoz került, ahol 1932-ben obszervátori kinevezést nyert, két esztendővel később pedig az Intézet igazgatója — egyidejűleg a müncheni egyetem rendes tanára — lett.

Rabe főként a kettős- és többszörös csillagokkal foglalkozott. E munkáját még Breslauban kezdte meg, mikor kiadta első nagy kettős-csillag-katalógusát (1913—16). E munka folytatása 1939-ben a müncheni csillagvizsgáló kiadványaiban jelent meg. Sajnos nem érthette meg ötödik nagy katalógusának megjelenését, mely jelenleg van sajtó alatt. A *Handbuch der Astrophysik* kettős- és többszörös csillagokról szóló fejezetét is Rabe írta (1936). Ekkor már a Nemzetközi Csillagászati Unió kettőscsillag-bizottságának is tagja volt.

Rabe rendkívül termékeny kutató volt. Nagyobb tanulmányainak száma 35, ezeken felül rengeteg kisebb cikket írt. Foglalkozott a deklinációs körök szisztematikus hibáinak meghatározásával, a kettőscsillagok

pályaelemeinek meghatározásával, és értékes tanulmányt írt 380 csillag sajátmozgásáról. Igen érdekes vizsgálatai fűződnek a bolygók átmérő-meghatározásának kérdéséhez. Sajnálatos módon befejezetlen marad annak a nagyszámú észlelésnek redukciója, melyet vertikális körrel végzett.

Elméleti munkássága mellett észlelés-technikai kérdésekkel is foglalkozott. Különösen jelentős eredményei fűződnek a kettőscsillagok fotografikus észlelésének kidolgozásához. Módszereit általában az egyszerűség jellemezte, találóan nevezte önmagát a „primitív módszerek specialistájának”.

Tudományos működése mellett a fiatal csillagászok kiváló tanító-mestere és vezetője volt. Magyarázatait a pontosság, szabatoság és egyszerűség jellemezte. Hatalmas ismeretanyagát szívesen osztotta meg másokkal. Lelkes pártfogója volt az amatőr mozgalomnak, főként a csillagászat népszerűsítésére alapította a második világháború után a *Sternenwelt* című lapot is. Sok népszerű cikket írt, főként a klasszikus csillagászat köréből.

W. Rabe halála súlyos veszteséget jelent a nemzetközi tudományos élet számára.

O. Ju. Smidt (1891—1956). 1956. szeptember 7-én, 65 esztendőskorában elhunyt Otto Juljevics Smidt, a bolygókozmogónia meteor-elméletének egyik kiváló képviselője. Smidt rendkívül sokoldalú kutató volt, a csillagászat, geológia, geofizika és geodézia területén egyaránt tevékenykedett. Részt vett, illetve megszervezett négy nagy északi-sarki expedíciót: az 1929—30-as „Szedov”, az 1932-es „Szibirjkove”, az 1933—34-es „Cseljuszkin” kutatóutat, és 1937-ben maga is eljutott az Északi-sarkra. Szervezője és munkatársa volt az Elméleti Geofizikai Intézetnek, majd a Szovjet Geofizikai Intézetnek is. Hosszú időn keresztül tanított a Moszkvai Egyetemen. Tudományos érdemeinek elismerésül elnyerte az akadémikusi címet.

Smidt nevét leginkább a bolygók keletkezésére vonatkozó elmélete tette ismertté. Részletesen kidolgozta és munkatársaival — elsősorban Hilmivel — matematikai alapokra fektette az ún. meteorelméletet. Ezt a kozmogóniai hipotézist először R. Proctor angol csillagász fejtette ki átfogóan, a múlt század végén. Egyrészt azonban a geológia és a geofizika akkori állása mellett az elmélet nem volt alátámasztható, másrészt a századforduló idején H. Poincaré matematikai természetű kifogásokat emelt ellene. Smidt újabb eredmények és sok új szempont alapján dolgozta ki elgondolását, mely szerint a bolygók a Napot körülvevő egykori meteor-felhőből jöttek létre. Ez az elgondolás — Smidt tárgyalásában — összhangba volt hozható a Föld szerkezetére vonatkozó ismereteinkkel is.

Az újabb meteorelmélettel kapcsolatban sok vita zajlott le és zajlik ma is, kétségtelen azonban, hogy Smidt először adott egzakt matematikai leírást a bolygók keletkezéséről. (Smidt elméletének ismertetése magyar nyelven is megjelent *Négy előadás a Föld keletkezéséről* címmel Budapest, 1951.)

G. A. Sáj (1892—1956). 64 éves korában, 1956. augusztus 4-én hunyt el Grigorij Avramovics Sáj akadémius. Sáj egyike volt a modern asztrofizika úttörőinek. Első csillagászati tanulmánya 18 éves korában jelent meg a Perseida meteorraj radiánszpontjáról. Rendszeres csillagászati munkával 1920-ban kezdett foglalkozni a tomszki egyetemen. Három évvel később a pulkovói csillagvizsgálóba, majd 1925-ben ennek szimeizi obszervatóriumába került. Itt igen sokat foglalkozott színképelemzéssel, többek közt 800 csillag színképéről adott ki katalógust. Nagy érdeklődést tanúsított a napfizika problémái iránt is.

Nagy figyelmet fordított az égbolt fénylésére is. E kérdéssel elsőként foglalkozott behatóbban. Az égbolt fénylésének kutatása terén elért eredményeiért nyerte el 1950-ben a Sztálin-díjat. Ekkor már a szimeizi csillagvizsgáló igazgatója volt. Az ő nevéhez fűződik ennek az intézetnek kifejlesztése is. Jelenleg a szimeizi obszervatóriumban van a Szovjetunió legnagyobb — 122 cm átmérőjű — tükrös távcsöve.

A nagy fényerejű távcsővel Sáj számos gázködöt vizsgált meg. Különösen a gázködök finom részlete és szerkezete érdekelte. A gázködök szerkezetének vizsgálatára új kutatási eljárást dolgozott ki. (Meg kell azonban jegyeznünk, hogy ezt az eljárást már a magyar Gothard Jenő felfedezte, módszerét azonban korai halála miatt nem tudta közzétenni. Sáj eljárása rendkívüli egyszerűségével és gyorsaságával tűnik ki.)

Sáj halála nagy veszteséget jelent az asztrofizikában. Munkássága szép bizonyítéka annak, hogy sokszor egyszerű eljárásokkal is értékes, nagy jelentőségű eredményeket lehet elérni. A csillagok forgására és a gázködök finom szerkezetére, valamint a bolygóléghkörök és a naptevékenység kapcsolatára vonatkozó kutatásai világviszonylatban is egyedülállók.

ÉVFORDULÓK

J. G. Galle (1812—1910). Középiskolai tanár, később asszisztens a berlini csillagvizsgálóban, 1851-től uo. igazgató. Nevét a Neptunusz megtalálásával tette ismertté: 1846 szeptemberében a francia Leverrier adatai nyomán felfedezte naprendszerünk nyolcadik bolygóját. Ezenkívül három üstököst fedezett fel és elsőnek kísérelte meg a nap-parallaxis (Föld—Nap távolságot) kisholygók segítségével történő meg-

határozását. Foglalkozott az üstökös- és meteorpályák elméletével is. Ötven esztendővel ezelőtt hunyt el, 99 éves korában.

Sir W. Huggins (1824—1910) a modern asztrofizika egyik úttörője. 1856-ban a London melletti Tulse Hill-ben magánobszervatóriumot alapít, ahol főként a csillagok színképének vizsgálatával foglalkozik. Elsőnek kísérte meg az égitestek spektroszkopikus észlelését, később már a színképek fényképezésével is foglalkozott. 1868-ban sikerült kimutatnia az égitestek mozgása folytán fellépő Doppler-effektust. Érdemeiért a Royal Society tagjai sorába választotta. Legjelentősebb munkája a csillagok színképeiről készített katalógusa. Ötven esztendeje halt meg.

A. F. T. Winneck (1835—1897) az ismert nevű üstökös-felfedező 125 évvel ezelőtt született. Bonnban, majd Pulkovóban dolgozik, 1877-ben pedig a strassburgi csillagvizsgáló igazgatója lesz. Elsőnek próbálta a napparallaxist a Mars megfigyelése útján meghatározni (1862). Foglalkozott a csillagparallaxisokkal is és számos változó-csillagot fedezett fel.

J. K. R. Radau (1835—1911) 125 éve született Königsbergben. Főként elméleti csillagászzal foglalkozott, így a háromtest problémával, a Hold mozgásának elméletével és a Föld alakjával. Kiváló holdtáblázatot készített. A csillagászati ismeretek lelkes népszerűsítője volt, számos cikket és több könyvet írt a nagyközönség számára.

S. Newcomb (1835—1909) amerikai csillagász, a „klasszikus” csillagászat egyik legkiemelkedőbb alakja 125 évvel ezelőtt született. Először tanár volt az amerikai tengerésznél és egyúttal a Naval Observatory munkatársa. Később főintendáns lett ugyanott. Évekig szerkesztette az U. S. Naval kiadásában megjelenő *Nautical Almanachot*. Főként a napparallaxis problémájával foglalkozott sokat, jelenleg is az általa — számos észlelés számításából — meghatározott parallaxis-érték az elfogadott. Másik nagy műve a Hold mozgásának pontos meghatározásához fűződik. Újra számolta a Nap sebességét, foglalkozott a fény terjedési sebességével, valamint a csillagrendszerek felépítésének kérdésével. Mint népszerűsítő is kiváló volt, két ilyen tárgyú műve (különösen a *Popular Astronomy*) ma is az ismeretterjesztés mintaképe lehet. Ezt a művét Engelmann fordította németre és egyúttal ki is bővítette. Rendkívül kedvelt és elterjedt kézikönyv, jelenleg a nyolcadik német kiadása van már forgalomban. Newcomb tisztázta a magyar származású Hell Miksát (1720—1792) a napparallaxis megfigyelései ellen emelt kifogások alól.

G. V. Schiaparelli (1835—1910) jeles olasz csillagász 125 éve született és 50 esztendeje halt meg. Turinban, Berlinben és Pulkovóban dolgozott, majd a milánói Brera csillagvizsgáló igazgatója lett

(1864). Ő állapította meg, hogy egyes meteorrajok az üstökösök felbomlásából származnak. Sokat foglalkozott a kettőscsillagokkal, főként azonban a bolygók felszínének megfigyelésével. Nevét az általa látni vélt „marscsatornák” tették ismertté. Bár ezek az észlelései mai szemmel tökéletlenek, egyéb megfigyelései a bolygókutatásban igen jelentősek.

350 évvel ezelőtt jelent meg *Galileo Galilei* „*Siderus nuntius*” című műve (1610). Ebben a könyvben írta le Galilei az első távcsöves csillagászati megfigyeléseit: a Hold hegyeinek, a Tejút halvány csillagainak, a Vénusz fázisainak, a Jupiter holdjainak és a Nap foltjainak felfedezését. A *Siderus Nuntius* („Égi hírnök”) az első, szó szoros értelmében vett „modern” csillagászati könyv. Legnagyobb jelentősége talán abban rejlik, hogy a benne leírt jelenségek helyes értelmezésével — főként a Vénusz alakváltozásával, a Jupiter holdjainak felfedezésével és a napfoltok mibenlétének magyarázatával — igazolta a kopernikuszi világméket és végleges, halálos csapást mért nemcsak a skolasztikus világszemléletre, hanem a geocentrikus világméketre is.

225 esztendeje kezdődött meg a tíz évig tartó „nagy Francia fokmérés” Peruban, ill. Lapplandban (1735). Ennek a rendkívül fáradtságos és óriási áldozatot kívánó munkának eredményeképpen sikerült először a Föld méreteit pontosan meghatározni. A nagy Francia fokmérés eredményei alapján határozták el a francia forradalom alatt a méterrendszer bevezetését is.

125 évvel ezelőtt alapították a *Pulkovói Központi Observatóriumot*. Ez az intézet a maga idejében a világ legnagyobb csillagvizsgálója volt. Alapítása V. Struve nevéhez fűződik, műszereit a XIX. sz. legkiválóbb optikusa, J. Fraunhofer készítette. A pulkovói observatórium elsősorban a szférikus csillagászat művelésére létesült. Észlelései — főként pedig csillagkatalógusai — ma is alapvetőek. Különösen jelentős az intézet által 25—30 évenként megismételt nagy pontosságú fundamentális csillaghelyzet-felvételek. (Az ún. „Pulkovói Csillagok” katalogizálása.) A századfordulótól kezdve jelentős asztrofizikai vizsgálatokat is végeztek Pulkovóban. A második világháború során a barbár pusztítás áldozata lett az observatórium, ma azonban tökéletesítve és újjáépítve a világ legjelentősebb csillagvizsgálói közé tartozik.

KÖNYV- ÉS LAPSZEMLE

A *Meteor* és később a *Csillagok Világa* egyik rovata 1957-ig rendszeresen beszámolt a magyar nyelvű csillagászati könyvekről és cikkekről. A rövid ismertetésekkel elsősorban azoknak az előadóknak, tanároknak kívántunk segítséget nyújtani, akik a folyóirat cikkein túlmenően felhasználható irodalmat kerestek valamilyen csillagászati témához. Külön folyóirat hiányában, a csillagászat iránt érdeklődő olvasók „szellemi tápláléka” ma teljesen elszórtan, különféle természettudományi lapokban található. Egyetlen rendszeresen megjelenő csillagászati kiadványunk, az *Évkönyv* ezért kötelességének érzi, hogy a régi hagyományt felelevenítve helyet adjon az elmúlt évben megjelent csillagászati és űrhajózási irodalom ismertetésének. Részletes elemzést vagy értékelést adni természetesen nem kívánunk, hiszen a rovat célja csupán annyi, hogy felhívja a figyelmet egyes kiadványokra. (Néhány kritikai megjegyzés azonban — könyvekkel kapcsolatban — hasznosnak látszott.) Csak az *Évkönyvhöz* hasonló színvonalú folyóiratok (*Természettudományi Közlöny*, *Magyar Tudomány*, *Időjárás*, *Fizikai Szemle*, *Technika* stb.) cikkeit ismertetjük, külön a csillagászati és külön az asztronautikai témájúakat. Az összeállítás az 1958. január és 1959. május között megjelent művekre vonatkozik.

Csillagászati könyvek

Kulin—Zerinváros: *A távcső világa*. (Gondolat, 1958.) Kulin György 1941-ben megjelent hasonló című könyvének második kiadása tulajdonképpen új mű, mely számos társszerző közreműködésével készült és összefoglaló képet kíván adni az egész klasszikus és modern csillagászatról. Az amatőr csillagászok igényeihez szabott második rész a távcsövek általános ismertetése mellett a tükrös távcsövek néhány fajtájának házi elkészítési módját is tartalmazza. Az utolsó fejezet gyakorlati útmutatásokat ad az amatőr megfigyelésekhez.

A több mint 500 oldalas, háromszáz ábrával illusztrált mű megjelenése valóban nagy jelentőségű esemény a magyar nyelvű csillagászati irodalomban. Mai formájában a könyv egyes fejezeteinek hevenyészett

jellege és bizonyos aránytalanságok miatt nem tekinthető véglegesnek, de az újabb, remélhetőleg hamarosan sorra kerülő kiadásokban e hiányságokat ki lehet küszöbölni. Ugyancsak ajánlatos lenne a táblázatos rész átdolgozása és részletes irodalomjegyzékkel való kiegészítése. „A távcső világa” így is nagymértékben elősegítheti a magyarországi amatőr-mozgalom fellendülését.

Csillagászati cikkek

Természettudományi Közöny

Balázs Béla: *Mágneses jelenségek a világmindenségben.* (1958. jan.) Részletes ismertetés a Nap, a bolygók, a csillagok és a csillagközi anyag mágneses tulajdonságairól és a reá vonatkozó elméletekről.

Zerinváry Szilárd: *A Nap energiasugárzása.* (1958. ápr.) A lehetséges energiatermelő folyamatok áttekintése.

G. K.: *A holdkráterek keletkezéséről.* (1958. máj.)

Lovell: *A rádiócsillagászat és a Naprendszer néhány problémája.* (1958. jún.) A cikk foglalkozik a meteorok és a Hold radar-megfigyeléseivel, valamint a Nap és a bolygók rádiósugárzásával.

ifj. Bartha Lajos: *A Hold geofizikai hatásai.* (1958. aug.) A következő jelenségcsoportokat tárgyalja, mint a Hold pályamozgásának függvényét: árapályjelenségek, földrengésgyakoriság, földmágnesség, időjárás.

Oort: *A rádiócsillagászat lehetőségei.* (1958. szept.) A Naprendszeren kívüli rádióforrások (szinklotron sugárzás) eredetének és megfigyelésének problémái.

ifj. Bartha Lajos: *Csillagászok és csillagjósok Mátyás király udvarában.* (1958. nov.)

Baán Simon: *Világszigetek — a Tejútrendszerek.* (1959. jan.) Az extragalaxisok szerkezete, térbeli eloszlása és különböző típusai.

Baán Simon: *A Naprendszer kialakulásáról.* (1959. ápr.) Kant, Laplace, Jeans, Smidt és Alfvén bolygókozmogóniai elméletének ismertetése.

Magyar Tudomány

Detre László: *A Nemzetközi Csillagászati Unió X. közgyűlése.* (1959. 1. sz.) Beszámoló a moszkvai kongresszusról.

Időjárás

ifj. Bartha Lajos: *A Mars időjárásának kapcsolata a naptevékenységgel.* (1958. 3. sz.) (Német nyelven.) Szerző kimutatja a naptevékenység kétszer 11 éves periódusát a Mars hósapkáinak kiterjedésében.

- Gausser Károly: *Meddig juthatunk el a végtelenbe?* (1958. jún.)
Simonffy Géza: *Az antianyag rejtélye.* (Új felfedezések a világmindenség titokzatos jelenségeiről.) (1958. júl.)
Flórián Endre: *Emelkedik a Nap hőmérséklete?* (1958. szept.)
Gausser Károly: *A Földtől a Metagalaxisig.* (1958. szept.)
Gausser Károly: *Összeütköző világok túl az emberi látóhatáron.* (1958. dec.)
Gausser Károly: *Ahol más Napok ragyognak.* (Naprendszerek a Világmindenségben.) (1959. jan.)
Gausser Károly: *Haldokló csillagok.* (1959. márc.)
Gausser Károly: *Van-e „űr” a csillagok között?* (1959. ápr.)
Gausser Károly: *Napjainkban is születnek világok.* (Forradalmi felfedezés a csillagászatban.) (1959. máj.)

Asztronautikai könyvek

H. Mielke: *Út a végtelenbe.* (Műszaki Könyvkiadó, 1958. Fordította: Balázs György.) A 170 oldalas könyv nagyobbik fele az űrhajózás eszközével, a rakétával foglalkozik. Ez természetes is, hiszen az eredeti német kiadás még a szputnyikok felbocsátása előtt jelent meg, s a szerző — aki elsősorban az űrhajózás reális eredményeire akarta irányítani a figyelmet — nem is cselekedhetett másképpen. A magyar kiadó Nagy István György utószavával kívánta korszerűsíteni, javítani a könyvet, ez azonban csak részben sikerült. A kitűnően megírt Függelék ugyanis nem segít azon, hogy maga a VI. fejezet elavult (például a mesterséges holdak megfigyelésének, nyomon követésének problémája jóformán szóba sem kerül), s ugyancsak hiányos természetesen a holdrakétákról szóló fejezet és a tudományos tervek ismertetése is. A könyv értékei közé számíthatjuk gördülékeny stílusát, és a sok kitűnő illusztrációt.

R. Rothmayer: *Rakéta, szputnyik, űrhajó.* (Kossuth Kiadó, 1959. Fordította: Nagy Ernő.) Szerencsés választás volt a Kossuth Kiadó részéről Rothmayer könyve. A szerző eredetileg 100 kérdésre bontotta fel az űrhajózás bonyolult témakörét, és rövid, közérthető, de szakszerű választ ad mindegyikre. A kérdés-felelet formát alig néhány esetben éreztük erőltetettnek. Szerencsétlen megoldás viszont a sok függelék és utószó, mely egyrészt az újabb eredményekkel lenne hivatva lépést tartani, másrészt egy kis ízelítőt tartalmaz az egzakta matematikai tárgyalásból. Ezek sajnos megbontják a könyv egységét, és némileg csökkentik áttekinthetőségét is. A könyv azonban ennek ellenére talán a legjobb magyar nyelvű népszerű összefoglalás a témáról, és minden olvasónknak melegen ajánljuk.

Természettudományi Közlöny

Út a Földre. *A mesterséges holdak visszatérésének kérdései.* (1958. márc.) A Science et Avenir cikke nyomán.

Nagy Ernő: *Repülés és asztronautika.* (1958. júl.) Ismerteti azokat a kritériumokat, melyek az űrrepülést az aeronautikától elválasztják (sebesség, melegedés, felhajtóerő, kormányozhatóság stb.).

Sinka József: *Az első lépések a világűr felé.* (1958. szept.) Asztronautikai naptár, a mesterséges holdak fontosabb adatai és a mesterséges égitestek felbocsátásának problémái.

Abonyi Iván: *A mesterséges holdak az általános relativitáselmélet bizonyításának szolgálatában.* (1959. jan.) A színeképvonalak eltolódása a gravitációs tér hatására megadja az általános relativitáselmélet igazolásának lehetőségét szputnyikok segítségével.

Almár Iván: *A holdrakéták pályáiról.* (1959. febr.) Ismerteti a különböző holdrakéta-pályákat és a megvalósítás lehetőségeit.

Nagy Ernő—Sinka József: *Az első mesterséges bolygó.* (1959. febr.) Rakétájáról és tudományos feladatairól szól a cikk.

Tamási Zoltán: *A rakétaüzemanyagokról.* (1959. febr.) A rakétaüzemanyagokkal szemben támasztott követelmények és az üzemanyagok csoportosítása.

Nagy István György: *A rakéták irányítása.* (1959. márc.) A katonai és asztronautikai rakéták irányításának módszerei.

Tamási Zoltán: *Folyékony rakétaüzemanyagok.* (1959. ápr.) Az asztronautikai rakétáknál számításba veendő oxidálószeres és fűtőanyagok előnyeinek és hátrányainak ismertetése. Üzemanyag-reakciók a rakéta égési terében.

Magyar Tudomány

Almár Iván: *Asztronautika.* (Története, felosztása és egyes problémái.) (1958. 4. sz.) Áttekinti az űrhajózás gondolatának és technikájának történetét, majd javaslatot tesz az asztronautika mint tudomány klasszifikációjára.

Nagy István György: *A mesterséges holdak műszerberendezése.* (1958. 10. sz.) A mérőkészülékek, adattároló és rádióadó berendezések részletes ismertetése.

Fizikai Szemle

Kulin György: *A mesterséges holdak és az űrhajózás égi mechanikájához.* (1958. 2. sz.) A mesterséges holdak és bolygók pályái, mozgásfékező közegben. A semleges pont kérdése.

A harmadik szovjet mesterséges hold. (1958. 6. sz.) A *Pravda* május 18-i számából fordította és lerövidítette Nagy Károly.

Almár Iván : *Vizuális megfigyelési módszer egy szputnyik helyzetének egyszerű meghatározására.* (1958. 8. sz.)

Károlyházi Frigyes : *Űr és órák.* (1959. 3. sz.) Az ún. ikerparadoxon a fizikus szemével.

T e c h n i k a

Nagy Ernő : *Megnyílt a világegyetem kapuja.* (1959. febr.) Általános ismertetés a szovjet űrrakétáról.

N é p s z e r ű T e c h n i k a

Almár Iván : *Első hírek az űrből.* (1958. jan.)

A két szputnyik és az Explorer. (1958. márc.)

Sz. J.: *Merre tart a rakéta?* (1958. jún.)

Horváth Árpád : *Interplanetáris navigáció.* (Tájékozódás és összeköttetés a bolygóközi térségben.) (1958. szept.)

Gausser Károly : *Mi vár reánk a világűrben?* (1958. okt.)

Gausser Károly : *Túl a föld vonzókörén.* (1959. febr.)

Dr. F. E.: *Világűrt kutató „fülünk”, a MASER.* (1959. ápr.)

**AZ 1957. OKTÓBER 4 — 1959. JÚNIUS 1 KÖZÖTT FELLŐTT
MESTERSÉGES HOLDAK**

Név	Szputnyik I (SzU)	Szputnyik I (SzU) hordozó rakéta	Szputnyik II (SzU)
Jelzés	1957 α^1	1957 α^2	1957 β
Fellövés napja ...	1957. X. 4.	1957. X. 4.	1957. XI. 3.
Súlya	83,6 kg	508,3 kg	508,3 kg
Keringési idő	96,2 perc	96,2 perc	103,8 perc
Legnagyobb magasság	930 km	930 km	1680 km
Legkisebb magasság	220 km	220 km	220 km
Pályahajlás	64,5°	64,5°	65,3°
Várható élettartam	—	—	—
Elpusztulás napja	1958. I. 4.	1957. XII. 1.	1958. IV. 14.
Név	Explorer I (USA)	Vanguard I (USA)	Vanguard I (USA) hordozó rakéta
Jelzés	1958 α	1958 β^1	1958 β^2
Fellövés napja ...	1958. II. 1.	1958. III. 17.	1958. III. 17.
Súlya	13,4 kg	1,47 kg	22,9 kg
Keringési idő	114,8 perc	134,1 perc	134,1 perc
Legnagyobb magasság	2540 km	4000 km	4000 km
Legkisebb magasság	370 km	652 km	652 km
Pályahajlás	33,6°	34,3°	34,3°
Várható élettartam	4 év	bizonytalan	30—50 év
Elpusztulás napja	—	—	—
Név	Explorer III (USA)	Szputnyik III (SzU) hordozó rakéta	Szputnyik III (SzU)
Jelzés	1958 γ	1958 δ^1	1958 δ^2
Fellövés napja ...	1958. III. 26.	1958. V. 15.	1958. V. 15.
Súlya	14,1 kg	?	1327,0 kg
Keringési idő	115,7 perc	106,0 perc	106,0 perc
Legnagyobb magasság	2800 km	1880 km	1880 km

Legkisebb			
magasság	188 km	198 km	198 km
Pályahajlás	33,3°	65,0°	65,0°
Várható élettartam	—	—	2 év
Elpusztulás napja	1958. VI. 28.	1958. XII. 3.	—
Név	Explorer IV (USA)	Atlas (USA)	Vanguard II (USA)
Jelzés	1958 ϵ	1958 δ	1959 α
Fellövés napja ...	1958. VII. 26.	1958. XII. 18.	1959. II. 17.
Súlya	17,4 kg	3895,6 kg	9,8 kg
Keringési idő	110,3 perc	101,5 perc	126 perc
Legnagyobb			
magasság	2550 km	1480 km	3380 km
Legkisebb			
magasság	300 km	193 km	628 km
Pályahajlás	51,0°	32,4°	33,2°
Várható élettartam	4—5 év	—	több évszázad
Elpusztulás napja	—	1958. XII. 18.	—
Név	Discoverer I (USA)	Discoverer II (USA)	
Jelzés	1959 β	1959 γ	
Fellövés napja ...	1959. II. 28.	1959. IV. 13.	
Súlya	589,7 kg	725 kg	
Keringési idő	95,5 perc	94,2 perc	
Legnagyobb			
magasság	830 km	715 km	
Legkisebb			
magasság	273 km	254 km	
Pályahajlás	poláris	poláris pálya	
Várható élettartam	—	—	
Elpusztulás napja	1959. III. 17. körül	1959. IV. 26.	

A NAP KÖRÜL KERINGŐ MESTERSÉGES KISBOLYGÓK ADATAI

Név	Lunik (SzU)	Pioneer IV (USA)
Fellövés napja	1959. I. 2.	1959. III. 3.
Műszerrész súlya	361,3 kg	5,9 kg
Keringési idő	450 nap	392 nap
Legnagyobb naptávolság	147 millió km	164 millió km
Legkisebb naptávolság	146 millió km	147 millió km
Legkisebb távolság a Holdtól ...	5—6000 km	kb. 60 000 km
Rádiójának működési ideje....	62 óra	90 óra

A Lunik tudományos felszerelése sugárázsmérő és magnetométerekből, a Pioneer IV-é sugárázsmérőkből állt.

Magyarázat a mesterséges holdak táblázatához:

Név: A mesterséges hold neve.

Jelzés: A mesterséges hold hivatalos jelzése. A jelzés a fellövés évszámát és a fellövés sorszámát jelentő görög betűt tartalmazza. Azoknál a

mesterséges holdaknál, ahol magán a holdon kívül a hordozórakéta is tovább keringett, mindkettő ugyanazt a betűt kapta, a megkülönböztetést a betű mellé írt 1-es és 2-es index mutatja.

Súlya: A teljes mesterséges holdsúly.

Legnagyobb és legkisebb magasság: A földfelszíntől számítva.

Pályahajlás: Az egyenlítőhöz.

Várható élettartam: Csak azoknál a mesterséges holdaknál tüntettük fel, melyek még keringenek, illetve visszatérükről nincsen adat.

Megjegyzés:

1. A pályaadatok az első keringésre vonatkoznak.
2. A Szputnyik I, Vanguard I és Szputnyik III-nál a hordozó rakéta is megfigyelhető volt.
3. A Szputnyik II vitte magával Lajkát is. A kutya 6 napig élt.
4. A Vanguard I csak napfénytelepet vitt magával.
5. Az USA mesterséges holdjait Cap Canaveralból, a Discoverer I és II-t Vandenbergből bocsátották fel.
6. A Szputnyik III napfényteleppel működött.
7. Az Atlást visszatérő mesterséges holdnak szánták, súlyának nagy részét a tartaléküzemanyag és a hordozó rakéta tette. A visszatérés nem sikerült.
8. A Discoverer I-et visszatérő rakétának szánták. A műszerész súlya mindössze 16,5 kg-ot tett ki.

TARTALOM

Táblázatok, grafikonok:

Nap és Hold kelte és fontosabb adatai.....	4
A szabad szemmel látható bolygók koordinátái és látszólagos sugara 0 ^h világidőkor	28
Az öt fényes bolygó távolsága és fényessége.....	32
A Jupiter-holdak helyzetei.....	33
A Jupiter-holdak jelenségei	37
A Nap forgási tengelyének helyzete és a napkorong középpontjá- nak heliografikus koordinátái	41
A Magyarországon jól látható csillagok adatai.....	42
A Sarkcsillag zenittávolsága és azimutja Budapesten.....	54
Évi precesszió	55
Refrakció és extinkció	56
Egy fok ív hosszúsága a Föld felületén a földrajzi hosszúsági és széles- ségi körök mentén	57
Az Uránusz és Neptunusz látszó égi útja 1960-ban.....	58
A Nap, valamint a nagybolygók kelési és nyugvási idejének grafikonja	59
A négy legfényesebb kisbolygó helyzete 1960-ban.....	60
Fogyatkozások és Merkúr-átvonulás 1960-ban	63
2000-ig visszatérő üstökösök.....	65
Az 1960-ban visszatérő üstökösök adatai.....	66
Közép-Európából látható napfogyatkozások 1960—2000 között....	66
Holdfogyatkozások 1960—2000 között	67
A Tejútrendszer színéről	70
A csillagos ég 1960-ban	71

Beszámolók:

<i>Detre László:</i> A Magyar Tudományos Akadémia Csillagvizsgáló Intézetének működése (1958. július 1—1959. június 30).....	81
<i>Róka Gedeon:</i> A TIT csillagászati és űrhajózási szakosztályainak 1958—59. évi működése	84

Cikkek:

<i>Kulin György:</i> A TIT Uránia bemutató csillagvizsgálóinak működé- séről	88
<i>Detre László:</i> Az 1958. év csillagászati eseményei.....	103

<i>új. Bartha L.—dr. Berkes Z.—Nyitrai T.—Örményi I.: Az 1958—1959-es naptevékenység</i>	107
<i>dr. Kulín György: A csillagos égbolt megismerése.....</i>	118
<i>Ponori Thewrewk Aurél: Az ókori építmények csillagászati vonatkozásai</i>	129
<i>Sinka József: A Föld és a Hold között.....</i>	137
<i>új. Bartha Lajos: A magyar csillagászat történetéből III. Csillagászat a reformkorban</i>	146
<i>Róka Gedeon: A világmindenség anyaga.....</i>	164
<i>dr. Barta György: Az égitestek mágnessége</i>	176
<i>Az R színképosztályú csillagokról</i>	185
<i>Szimán Oszkár: A csillagok energiatermelése.....</i>	186
<i>Detre László: A csillagok keletkezése és fejlődése.....</i>	199
<i>Földes István: A dwingelooi 25 méteres parabolikus rádióteleszkóp</i>	224
<i>Piret Endre: Az elektronikus távcsövekről.....</i>	233
<i>Viták az Alphonsus kráter vulkánkitöréséről</i>	239
<i>Gausser Károly: A csillagászat halottai.....</i>	244
<i>Évfordulók</i>	250
<i>Almár Iván: Könyv- és lapszemle.....</i>	253
<i>Az 1957. október 4—1959. június 1 között fellőtt mesterséges holdak</i>	258

59.8948 — Egyetemi Nyomda, Budapest
Kiadja a Gondolat, a TIT kiadója
Felelős kiadó a Gondolat Kiadó igazgatója
Felelős szerkesztő: Róka Gedeon
{Műszaki vezető: Löblin Imre
A műszaki szerkesztő: Földi Miklós
A borítót tervezte: Gáll Gyula
Megjelent 1400 példányban
Terjedelem: 16¹/₂ (A/5) ív

Ez a könyv az MSZ 5601-54 és 5602-50 A szabványok szerint készült

Ára: 22,— Ft